



Morelia
H. Ayuntamiento



**Fenómenos
geológicos**

SI5.10.1

SI5.10.1. Fenómenos geológicos



ACTUALIZACIÓN: DICIEMBRE 2025

DESCRIPCIÓN	
1	Peligro por vulcanismo 01
	Peligro por sismos 04
	Peligro por inestabilidad de laderas 09
	Vulnerabilidad ante procesos de remoción en masa 12
	Peligro por flujos 21
	Peligro por derrumbes 25
	Peligro por subsidencia 29
	Peligro por agrietamiento 31
	Peligro por hundimiento 33
	INDICADORES
Vulcanismo 02	
Sismos más importantes ordenados por magnitud 04	
Peligro por inestabilidad de laderas 09	
Vulnerabilidad física y social expuesta en el municipio de Morelia 13	
Peligro por flujos 21	
Peligro por derrumbes 25	
Peligro por hundimientos 33	

MAPAS TEMÁTICOS	
3	M1. Vulcanismo 03
	M2. Regiones sísmicas 06
	M3. Epicentros de los sismos 07
	M4. Isoperiodos 08
	M5. Inestabilidad de laderas 11
	M6. Vulnerabilidad 20
	M7. Flujos 24
	M8. Caídas y derrumbes 28
	M9. Subsidencia 30
	M10. Agrietamientos 32
	M11. Hundimientos 34

SI5.10.1. Fenómenos geológicos



ACTUALIZACIÓN: DICIEMBRE 2025

GRÁFICOS

4

G1. Porcentaje de susceptibilidad relativa de las pendientes (°) del municipio de Morelia	35
G2. Porcentajes de susceptibilidad relativa por tipo de roca presente en el municipio de Morelia	36
G3. Vulnerabilidad física ante el peligro por agrietamiento en la zona urbana de Morelia	37
G4. Vulnerabilidad social ante el peligro por agrietamiento en la zona urbana de Morelia	37
G5. Vulnerabilidad física expuesta ante el peligro por hundimiento en la zona urbana de Morelia	38
G6. Vulnerabilidad social expuesta ante el peligro por hundimiento en la zona urbana de Morelia	38

FUENTES DE INFORMACIÓN

5

Fuentes de información	39
------------------------	----

Fenómenos geológicos

Vulcanismo

El vulcanismo es la manifestación de la energía interna de la Tierra y gran parte del vulcanismo en México está relacionado con la subducción de las placas de Rivera y Cocos con respecto a la placa Norteamericana.

Este fenómeno se expresa de este a oeste en la Faja Volcánica Mexicana (FVM), en ella se encuentran los principales volcanes activos del país, que presentan actividades volcánicas muy variadas, desde erupciones efusivas que producen derrames de lava, hasta actividades altamente explosivas que generan depósitos piroclásticos tanto de flujo como de caída (CENAPRED, 2006).

Las erupciones volcánicas son el resultado del ascenso del magma que se encuentra en la cámara magmática de un volcán, cuando el magma se acerca a la superficie pierde todos o parte de los gases que lleva en solución, formando gran cantidad de burbujas en su interior. Las erupciones son emisiones de mezclas de magma (roca fundida rica en materiales volátiles), gases volcánicos que se separan de éste (vapor de agua, bióxido de azufre, bióxido de carbono, entre otros) y fragmentos de rocas de la corteza. Estos materiales pueden ser arrojados con distintos grados de violencia, que dependerá de la presión de los gases provenientes del magma o de agua subterránea sobrecalentada por el mismo (CENAPRED, 2006).

Morelia se encuentra dentro del Campo Volcánico de Michoacán-Guanajuato (CVMG), donde existen más de 1,100 volcanes y dos de ellos son los más jóvenes del país: Jorullo (1759) y Parícutin (1943); y a los alrededores de la ciudad, en un radio menor a 100 km existen varios tipos de volcanes, muchas veces con manifestaciones superficiales de actividad, los cuales alojan importantes yacimientos geotérmicos (Gómez-Vasconcelos, 2018).

Otros campos volcánicos cercanos son el Campo Volcánico Los Azufres (CVLA) y el Complejo Volcánico Zitácuaro (CVZ).

DATOS RELEVANTES



14 FALLAS ACTIVAS

CON AFECTACIONES DE AGRIETAMIENTOS EN LAS PROPIEDADES



10 hundimientos

REGISTRADOS Y GEOLOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE MORELIA



1,090 PERSONAS

VULNERABLES A PROCESOS EN REMOCIÓN EN MASA

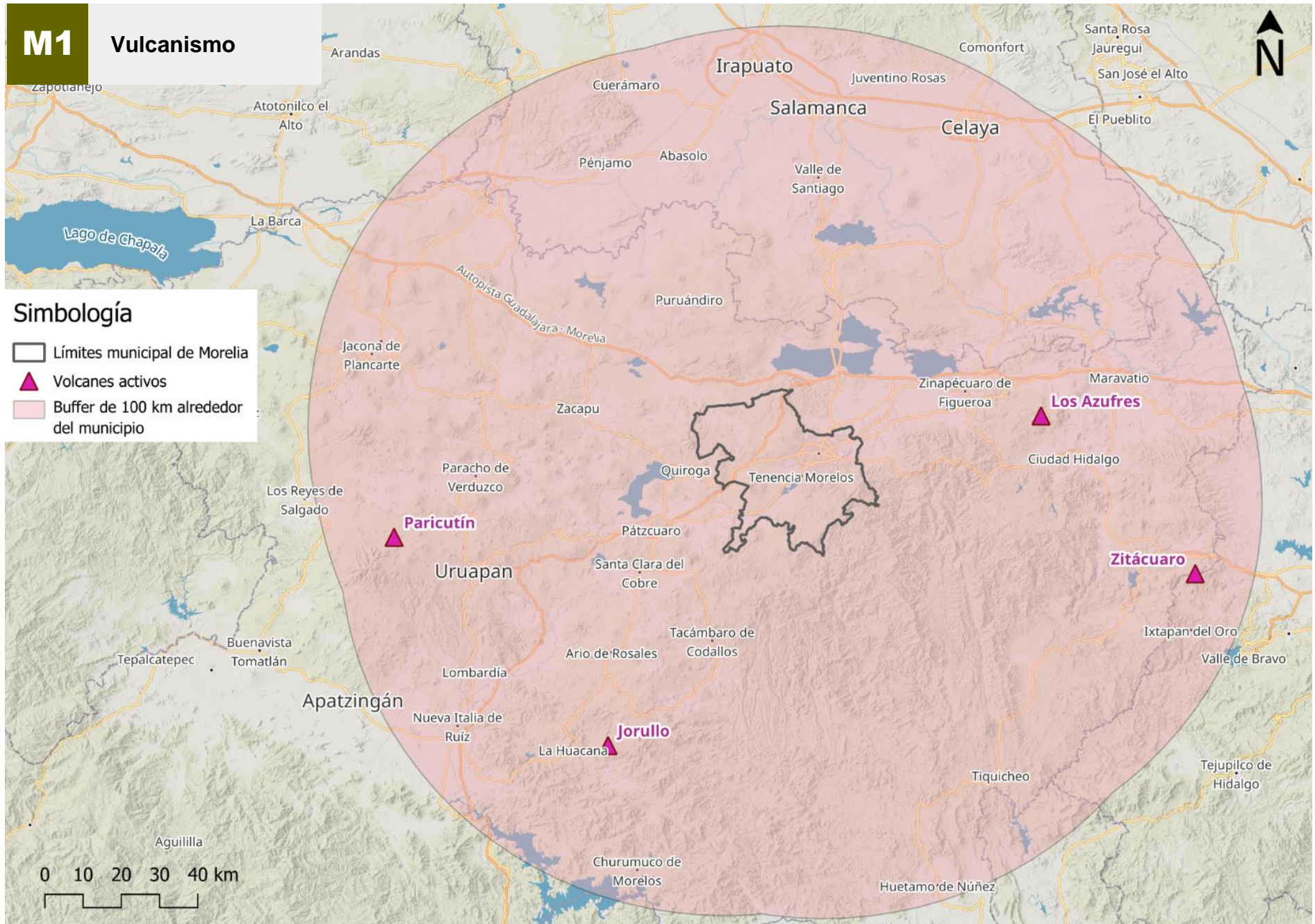
Tabla 1. Volcanes activos a 100 km del límite del municipio de Morelia, Mich.

Volcán - características	Paricutín	Jorullo	Los Azufres	Zitácuaro
Campo volcánico	CVMG	CVMG	CVLA	CVZ
Distancia a Morelia	82.61	62.17	47.78	86 .68
Elevación (m s. n. m.)	3170	1330	3400	3400
Edad	Histórica	Histórica	Pleistoceno	Pleistoceno
Tipo de erupción	Estromboleanas	Estromboleanas	*	*
Composición	Andesita-basáltica	Basalto-andesítica	Dacítica-riolítica	Dacítica
Tipo de estructura	Cono cinerítico	Cono cinerítico	Caldera	Caldera
Última actividad	1943-1952	1759	*	*

Fuente: Elaboración propia a partir de CENAPRED, 2012



M1 **Vulcanismo**



Simbología

- Límites municipal de Morelia
- Volcanes activos
- Buffer de 100 km alrededor del municipio

Peligro por Sismos

Un sismo es el rompimiento repentino de las rocas y la liberación de energía acumulada, generado en el interior de la Tierra entre los límites de las placas tectónicas en donde éstas hacen contacto. Esta energía se manifiesta desde el hipocentro e irradia en forma de ondas sísmicas, que se propaga a través del medio sólido de la Tierra, estas ondas presentan diferentes rangos de intensidades y duración dependiendo de las condiciones del terreno (UNAM SSN, 2023; CENAPRED 2006).

El municipio de Morelia se ubica en la parte norte del estado de Michoacán y está delimitada por dos provincias geológicas importantes. Al sur se encuentra la provincia geológica Sierra de Mil Cumbres (Pasquaré et al., 1991; Silva-Mora 1995), y al norte la provincia volcánica del cuaternario perteneciente al Cinturón Volcánico Transmexicano (Hasenaka y Carmichael, 1985), asimismo se tiene la existencia de fallas activas como lo es el sistema de fallas Morelia – Acambay. Por otro lado, el estado de Michoacán presenta gran sismicidad, debido a que se encuentra en el límite convergente de la Placa de Cocos y la Placa de Norteamérica en la parte costera del Pacífico.

El territorio mexicano está clasificado según el peligro sísmico de acuerdo a el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) Capítulo Diseño por Sismo, el cual se ha delimitado en cuatro zonas: A, B, C y D, cuyo peligro es de menor a mayor. El estado de Michoacán forma parte de las zonas sísmicas B, C y D de la regionalización sísmica del Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015). Las zonas B y C son intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70 % de la aceleración del suelo. La zona D es donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de dicho fenómeno es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. No obstante, el municipio de Morelia sólo se encuentra entre las franjas B y C. Durante el proyecto de realización del Atlas de Riesgos del Municipio de Morelia, se ejecutaron los trabajos necesarios para estimar la distribución del periodo predominante del terreno en la ciudad.

La distribución se estimó a partir de 30 estaciones de registro continuo en campo, que fueron para el ruido sísmico ambiental, colocadas en diversos puntos en la porción urbanizada. Los registros digitales de las vibraciones del terreno obtenidas fueron, procesados siguiendo una secuencia específica para su acondicionamiento y filtrado hasta la aplicación de la relación espectral horizontal a vertical (división del espectro de las componentes horizontales entre el espectro de la componente vertical) conocido como el método del cociente H/ V (Nakamura and Saito, 1983). Los resultados del proceso anterior son espectros de frecuencia contra amplitud relativa del cociente h/v.

A partir de los espectros h/v se obtuvieron las frecuencias predominantes de vibrar del terreno (su inverso, el periodo). Finalmente se presentan los resultados como comúnmente se realiza por medio de mapas que contienen la distribución espacial del periodo de vibrar del terreno y que se le nombra:

Mapa de microzonificación sísmica.

Tabla 2. Resumen de los sismos más importantes ordenados por magnitud

Fecha	Magnitud	Profundidad (km)	Referencia
18/04/77	5	91	52 km al suroeste de Huetamo, Mich.
26/11/86	5	16	46 km al sur de Apatzingán, Mich.
25/07/87	5	63	46 km al sureste de Nueva Italia,
28/10/90	5	18	35 km al sur de Nueva Italia,
20/08/93	5	9	50 km al sureste de Coalcomán, Mich.
20/09/02	5	56	45 km al suroeste de Huetamo, Mich.
16/05/03	5	69	53 km al suroeste de Huetamo, Mich.
21/07/03	5	77	26 km al suroeste de Huetamo, Mich.
14/12/05	5	50	40 km al suroeste de Huetamo, Mich.
20/02/06	5	51	26 km al suroeste de Cd. Altamirano,
19/05/14	5	53.8	37 km al sureste de Arcelia, Gro.
25/10/15	5	18.9	28 km al este de Las Guacamayas,
16/06/19	5	65	66 km al sureste de Nueva Italia,
10/05/21	5	66.5	48 km al este de Coalcomán, Mich.
19/04/22	5	15	39 km al sureste de Cd. Lázaro
31/05/76	5.1	125	23 km al noroeste de Huetamo, Mich.

Tabla 2. Resumen de los sismos más importantes ordenados por magnitud

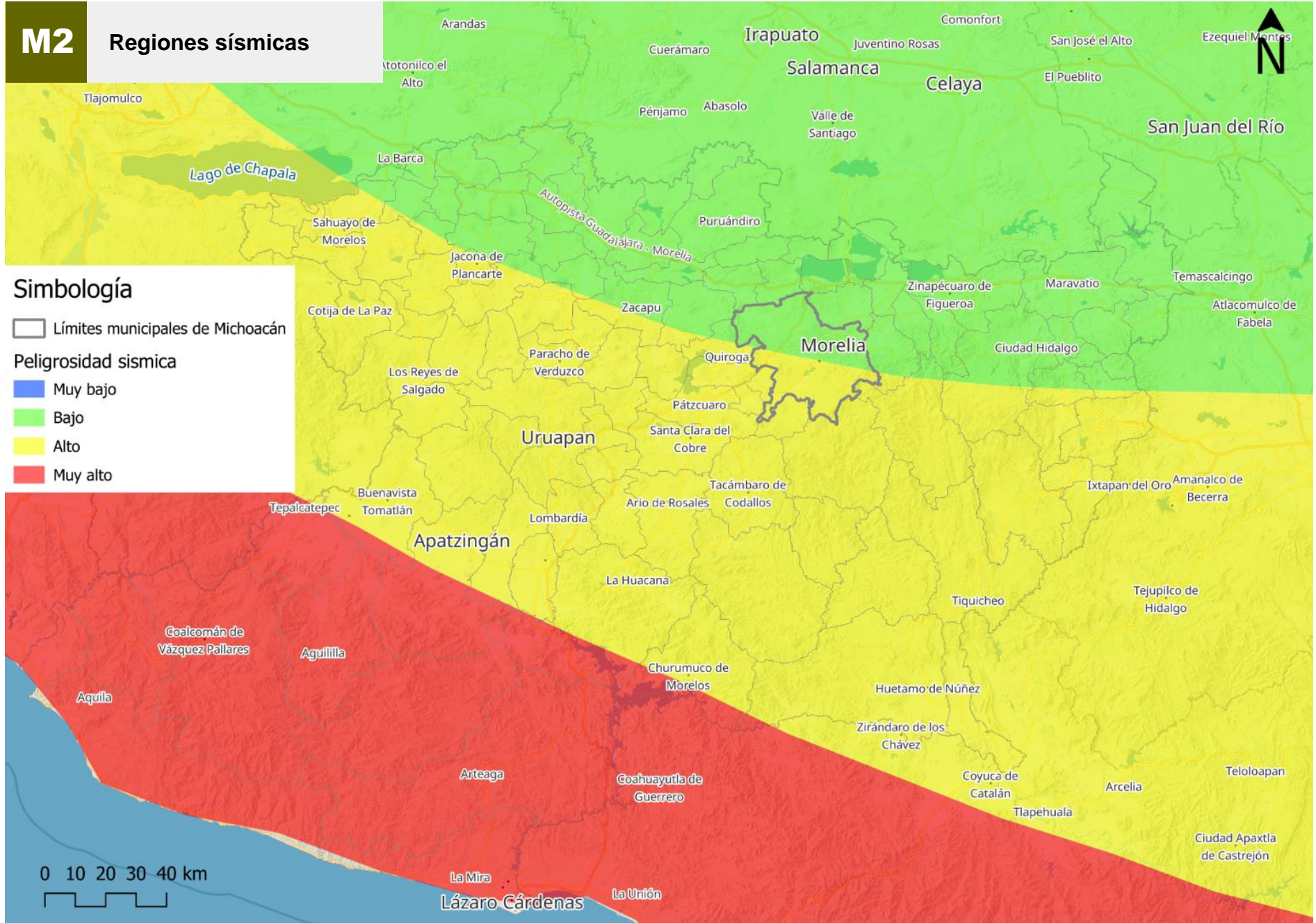
Fecha	Magnitud	Profundidad (km)	Referencia
07/12/78	5.1	106	45 km al este de las Guacamayas,
11/06/86	5.1	70	14 km al sur de Cd Altamirano,
12/02/92	5.1	78	8 km al noroeste de Zihuatanejo, Gro.
27/03/03	5.1	25	46 km al este de Las Guacamayas,
02/06/11	5.1	20	67 km al suroeste de Huetamo, Mich.
24/05/17	5.1	40	27 km al noroeste de Zihuatanejo, Gro.
16/05/18	5.1	53	25 km al suroeste de Arcelia, Gro.
03/03/19	5.1	71.4	65 km al suroeste de Huetamo, Mich.
02/10/81	5.2	33	61 km al noreste de Las Guacamayas,
28/05/85	5.2	15	26 km al noreste de Coalcomán, Mich.
02/01/86	5.2	69	61 km al oeste de Huetamo, Mich.
18/06/86	5.2	57	46 km al norte de Zihuatanejo, Gro.
03/11/86	5.2	15	27 km al noroeste de Zihuatanejo, Gro.
14/01/91	5.2	27	36 km al sureste de Cd. Lázaro
11/08/06	5.2	73	47 km al suroeste de Huetamo, Mich.
11/04/13	5.2	37.2	15 km al noroeste de Zihuatanejo, Gro.
12/08/22	5.2	55.8	34 km al suroeste de Cd .Altamirano,
16/07/23	5.2	44.6	26 km al oeste de Cd. Altamirano,
26/08/79	5.3	33	25 km al norte de La Mira,
12/09/83	5.3	92	47 km al sur de Cd Altamirano,
25/09/85	5.3	16	3 km al sureste de Buenos Aires,
11/03/93	5.3	12	60 km al noreste de Las Guacamayas,
20/12/95	5.3	30	35 km al suroeste de Huetamo, Mich.
25/01/96	5.3	21	41 km al noreste de La Mira,
28/01/90	5.4	58	34 km al noroeste de La Mira,
29/04/08	5.4	49	34 km al suroeste de Huetamo, Mich
15/08/09	5.4	57	34 km al sur de Cd. Altamirano,
05/09/76	5.5	61	4 km al noroeste de Huetamo, Mich
19/09/76	5.5	42	41 km al sur de Cd. Altamirano,
01/11/81	5.5	33	43 km al noreste de Zihuatanejo, Gro.
08/12/83	5.5	67	31 km al noroeste de La Mira,
12/08/89	5.5	15	47 km al suroeste de Cd Altamirano,
30/09/15	5.5	49.5	22 km al norte de Zihuatanejo, Gro.

Tabla 2. Resumen de los sismos más importantes ordenados por magnitud

Fecha	Magnitud	Profundidad (km)	Referencia
26/11/07	5.6	54	59 km al sureste de Nueva Italia,
01/05/12	5.6	51.1	46 km al suroeste de Cd Altamirano,
22/05/94	5.8	20	43 km al sur de Cd Altamirano,
15/11/75	5.9	33	24 km al norte de Las Guacamayas,
20/04/98	5.9	66	44 km al suroeste de Huetamo, Mich.
22/05/97	6	59	61 km al noreste de Las Guacamayas,
28/12/99	6.1	82	44 km al noroeste de Zihuatanejo, Gro.
15/11/12	6.1	45.4	24 km al sureste de Cd. Altamirano,
21/06/99	6.2	54	42 km al noroeste de Zihuatanejo, Gro.
25/07/81	6.5	21	28 km al sureste de Cd Lázaro
10/12/94	6.6	53	37 km al norte de Zihuatanejo, Gro.
07/08/25	6.7	100	10 km al sureste de Nueva Italia,
20/06/42	6.7	100	43 km al norte de Huetamo, Mich.
12/10/08	6.9	33	23 km al este de Las Guacamayas,
19/11/12	6.9	33	15 km al noreste de Atlacomulco.
11/01/97	7.1	40	43 km al noroeste de La Mira,
06/07/64	7.2	55	38 km al suroeste de Cd. Altamirano,
24/10/81	7.3	21	18 km al noreste de Las Guacamayas,
14/03/79	7.4	25	24 km al norte de Petatlán, Gro.
15/04/41	7.6	33	25 km al noreste de Coalcoman, Mich.
20/09/85	7.6	17	25 km al noroeste de Zihuatanejo, Gro.
19/09/85	8.1	15	45 km al noroeste de La Mira, Mich.

Fuente: Catálogo de sismos del SSN (2023).

M2 Regiones sísmicas



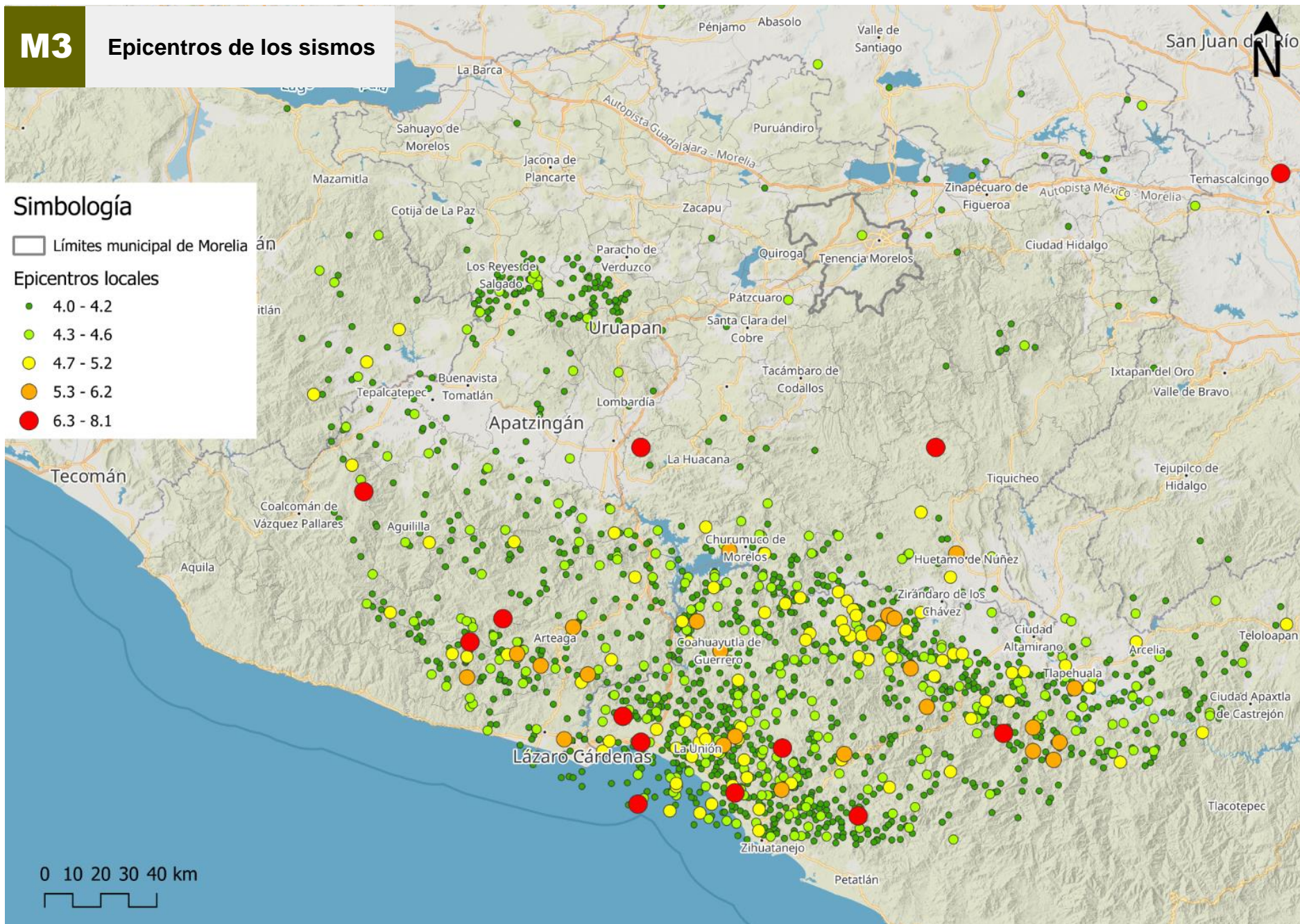
M3 Epicentros de los sismos

Simbología

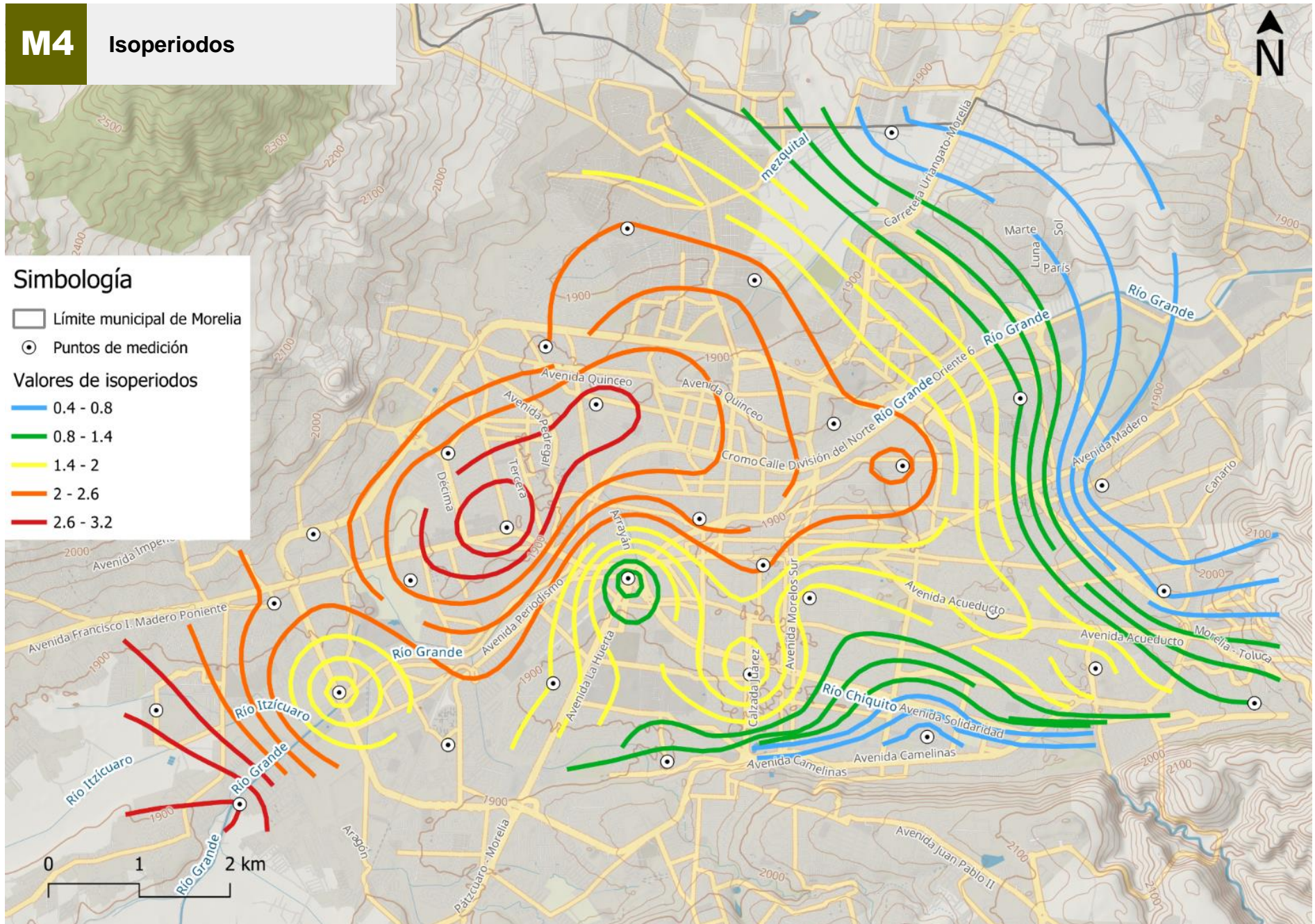
□ Límites municipal de Morelia

Epicentros locales

- 4.0 - 4.2
- 4.3 - 4.6
- 4.7 - 5.2
- 5.3 - 6.2
- 6.3 - 8.1



M4 Isoperiodos



Peligro por Inestabilidad de laderas

La susceptibilidad es una propiedad del terreno que indica las condiciones para la inestabilidad; estas se refieren únicamente a factores intrínsecos (condicionantes) de los materiales naturales de la ladera, sin considerar factores desencadenantes, como la precipitación o la sismicidad (Almaguer, 2005; González de Vallejo, 2002; IUGS, 1997; Leroi, 1997; Suárez, 1998).

Desde la perspectiva del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la inestabilidad de laderas se entiende como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: caídos, deslizamientos y flujos.

La inestabilidad de laderas en la capital del municipio de Morelia se evaluó con la metodología planteada por el CENAPRED (2020), en ella se plantean tres factores principales: topográficos, geológicos y geomorfológicos – ambientales. A las variables contempladas en dichos factores se les asignan pesos relativos en función de su resistencia, estabilidad y efectos gravitacionales.

El mapa resultante se clasificó en 5 categorías, donde 1 corresponde a la conjunción de características que menos contribuye a la generación de procesos gravitacionales y 5 corresponde a una condición propicia para la incidencia de dicho fenómeno. A cada valor de la clasificación cuantitativa se asignó un valor cualitativo de susceptibilidad (muy bajo, bajo, medio, alto, y muy alto)

Tabla 3. Intervalos de pendientes y probabilidad de inestabilidad

Pendiente (°)	Valor relativo de acuerdo con CENAPRED	Susceptibilidad relativa (%)	Clasificación
0 a 3	0.13	2	Muy Bajo
3 a 6	0.26	4	Muy Bajo
6 a 15	0.66	10	Bajo
15 a 30	1.33	20	Medio
30 a 45	1.8	27	Alto
Mayor a 45	2	30	Muy Alto

Fuente: CENAPRED, 2020.

Tabla 4. Resistencia a la compresión simple y porcentajes de susceptibilidad relativa ajustados al 24 % por tipo de roca presente en el municipio de Morelia, Mich

Litología	Clasificación	Susceptibilidad relativa (%)
Aluvial	N/A	19.73
Andesita	Ígnea extrusiva	7.5
Andesita-Brecha volcánica intermedia	Ígnea extrusiva	17.07
Basalto	Ígnea extrusiva	16.53
Basalto-Brecha volcánica básica	Ígnea extrusiva	17
Brecha volcánica básica	Ígnea extrusiva	18.13
Brecha volcánica intermedia	Ígnea extrusiva	18
Conglomerado	Sedimentaria	18.13
Dacita	Ígnea extrusiva	16
Dacita-Brecha volcánica ácida	Ígnea extrusiva	17.065
Dacita-Toba ácida	Ígnea extrusiva	17.6
Lacustre	N/A	0
Limolita-Arenisca	Sedimentaria	19.2
N/A	N/A	0
Riolita	Ígnea extrusiva	17.07
Toba ácida	Ígnea extrusiva	19.2
Toba básica	Ígnea extrusiva	19.7
Toba intermedia-Brecha volcánica intermedia	Ígnea extrusiva	19.73
Volcanoclástico	Ígnea extrusiva	21.3

Fuente: SGM (s.f.) y CENAPRED, 2020.

Tabla 6. Clasificación de la vegetación con base en la densidad del arbolado por formación forestal de la CONAFOR.

Densidad de arbolado por hectárea	Clasificación	Susceptibilidad relativa (%)
0	Deforestada	30
1 a 117	Deforestada	30
117 a 302	Vegetación moderada	12
302 a 442	Vegetación moderada	12
442 a 884	Vegetación intensa	12
Más de 884	Vegetación intensa	0

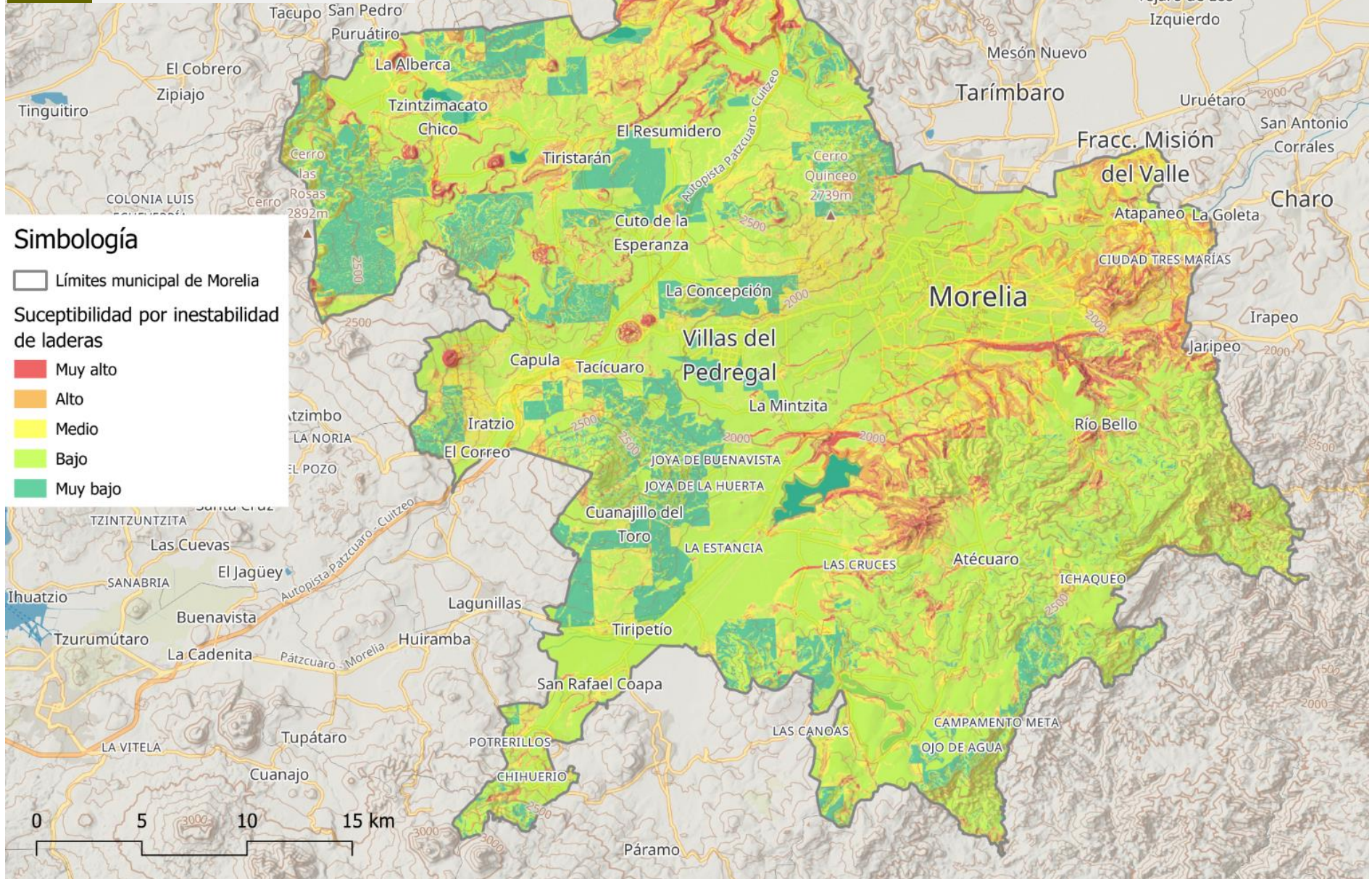
Fuente: CENAPRED, 2020 y CONAFOR, 2023.

Tabla 7. Umbrales de lluvia que detonan inestabilidad de laderas para el Estado de Michoacán de Ocampo.

Cuantitativo	Cualitativo	Umbral de lluvia (mm)
5	Muy alto	> 199
4	Alto	149 a 199
3	Medio	75 a 149
2	Bajo	50 a 75
1	Muy bajo	0 a 50.0

Fuente: CENAPRED, 2020 y Servicio Meteorológico Nacional, 2016

M5 Inestabilidad de laderas



Vulnerabilidad ante procesos de remoción en masa

La determinación de la vulnerabilidad física en cada uno de los polígonos de peligro por remoción en masa se obtuvo a partir de levantamientos en campo con los cuales se identificaron y censaron los sistemas expuestos dentro de las zonas de peligro. Cada uno de los sistemas expuestos fue clasificado con un nivel de vulnerabilidad (muy alta, alta, media, baja o muy baja), en relación con su cercanía a agentes perturbadores. En el caso de tramos carreteros se definió el nivel de vulnerabilidad según la proximidad del agente perturbador respecto al eje vial y a su posible área de afectación.

La vulnerabilidad social hace referencia al número de personas que se encuentran expuestas ante el peligro, este indicador se estimó para cada polígono al multiplicar el número de lotes expuestos por el promedio de ocupantes por vivienda en el municipio, según lo indicado en el último Censo de Población y Viviendas (INEGI, 2020).

Tabla 8. Vulnerabilidad física y social expuesta en el municipio de Morelia, Mich.

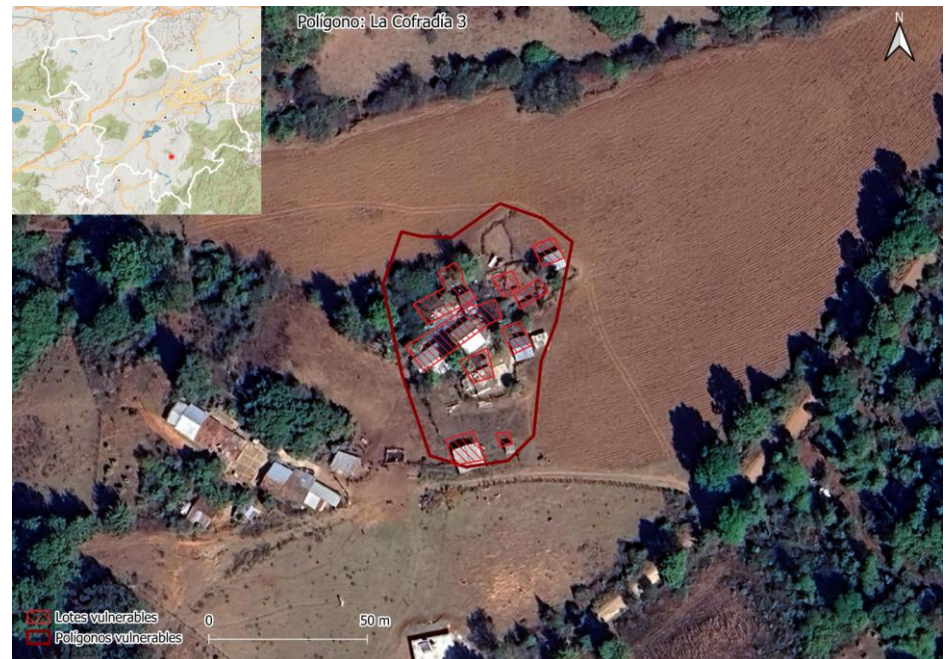
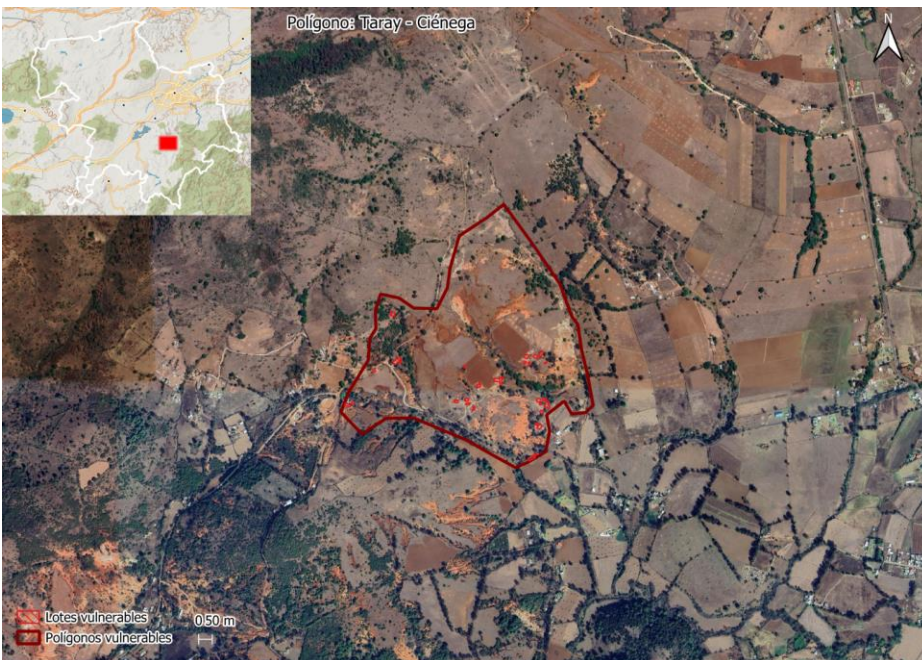
Mapa	Polígono	Ubicación (localidad)	Nivel de Riesgo	Fenómeno	Vulnerabilidad física	Vulnerabilidad social (personas)	Área (m ²)	
VRM-01 Mapa de vulnerabilidad por remoción en masa en localidades rurales	El Porvenir	El Porvenir (Rancho de Jesús)	Muy alto	Caída de roca	3 lotes	11	48413.27	
	Asiento de Piedra	Asiento de Piedra (El Chirihuindo)	Muy alto	Caída de roca y derrumbes	3 lotes	11	4288.06	
	Tetillas del Quinceo	Sin Nombre Oficial	Muy alto y alto	Derrumbes	193 lotes	676	365.26	
	Entronque San Miguel del Monte	San Miguel del Monte	Muy alto	Derrumbes	3 lotes	11	6624.42	
	San Miguel del Monte	San Miguel del Monte	Muy alto	Derrumbes, deslizamiento y flujos de lodo	19 lotes	67	2884.11	
	Torrecillas 1	Torrecillas (La Torrecilla)	Muy alto	Derrumbes	1 lote	4	236157.67	
	Torrecillas 2	Torrecillas (La Torrecilla)	Muy alto	Deslizamiento	1 lote	4	286666.45	
	Buenavista	Buenavista	Muy alto	Caída de roca	9 lotes	32	1518.82	
	Tabiguera	Sin Nombre Oficial	Muy alto	Deslizamiento y flujo de lodo	3 lotes	11	6713.39	
	Atécuaro 4	Atécuaro	Muy alto	Flujo de lodo	0	0	58752.11	
	Atécuaro 3	Atécuaro	Muy alto	Flujo de lodo y derrumbes	0	0	1096.81	
	Atécuaro 5	Atécuaro	Muy alto	Deslizamiento y flujo de lodo	1 lote	4	2636.62	
	Atécuaro 2	Atécuaro	Muy alto	Deslizamientos y flujo de lodo	0	0	1662.52	
	Taray - Ciénega	Torrecillas de Atécuaro			Deslizamientos y flujo de lodo	28 lotes	98	7454.15
	La Cofradía 1	La Cofradía	Muy alto	Derrumbes, deslizamiento y flujo de lodo	10 lotes	35	527058.09	
	La Cofradía 2	La Cofradía	Muy alto	Deslizamiento	4 lotes	14	5203.57	
	La Cofradía 3	La Cofradía - Buenavista	Muy alto	Deslizamiento y flujo de lodo	9 lotes	32	1839.65	
	Buenavista 1	Buenavista	Muy alto	Deslizamiento y flujo de lodo	1 lote	4	3682.06	
	Buenavista 2	Buenavista	Muy alto	Derrumbes	7 lotes	25	562.22	
	Campichahua	Campichahua	Muy alto	Derrumbes	5 lotes	18	9869.27	
Ojo de Agua	Ojo de Agua	Muy alto	Deslizamiento	2 lotes	7	2901.78		
Puente Hernández	Puente Hernández	Muy alto	Deslizamiento y flujo de lodo	3 lotes	11	173621.55		
Potreros 1	Potreros	Muy alto	Caída de roca y derrumbes	3 lotes	11	528.83		
Potreros 2	Potreros	Muy alto	Caída de roca y derrumbe	1 lote	4	5096.11		
VRM-02 Vulnerabilidad por procesos de remoción en masa en tramos carreteros	San José - Chiquimitío - El Salto	NA	Muy alto	Caída de rocas y derrumbes	1 vía de comunicación	SD	739.17	
	Rotonda Acceso a Recinto Ferial de Morelia	NA	Muy alto	Derrumbes	1 vía de comunicación	SD	869.84	
	Acceso a Tres Marías Club de Golf	NA	Alto	Caída de roca	2 vía de comunicación	SD	2613.19	
	Morelia - Atécuaro 1	NA	Muy alto	Derrumbes	3 vía de comunicación	SD	234.24	
	Morelia - Atécuaro 2	NA	Muy alto	Caída de roca	4 vía de comunicación	SD	818.96	
	Morelia - Pátzcuaro	NA	Muy alto	Caída de roca	5 vía de comunicación	SD	10079.3	
	La Sanguijuela	NA	Muy alto	Caída de rocas y derrumbes	6 vía de comunicación	SD	263.3	
	Santiago Undameo - Umécuaro	NA	Muy alto	Caída de roca	7 vía de comunicación	SD	985.26	
	San Miguel del Monte - Agua Escondida 1	NA	Muy alto	Caída de roca	8 vía de comunicación	SD	1378.2	
	San Miguel del Monte - Agua Escondida 2	NA	Muy alto	Derrumbes	9 vía de comunicación	SD	3166.47	
	San Miguel del Monte - Agua Escondida 3	NA	Muy alto	Deslizamiento y derrumbes	10 vía de comunicación	SD	4320.69	
	San Miguel del Monte - Agua Escondida 4	NA	Muy alto	Derrumbes	11 vía de comunicación	SD	8885.26	
	San Miguel del Monte - Agua Escondida 5	NA	Muy alto	Derrumbes	12 vía de comunicación	SD	2504.66	
	Ramal a San Miguel del Monte - Agua Zarca	NA	Muy alto	Deslizamiento y derrumbes	13 vía de comunicación	SD	4760.11	
	Tumbisca	NA	Muy alto	Caída de roca	14 vía de comunicación	SD	2781.84	
	VRM-02 Vulnerabilidad por procesos de remoción en masa en tramos carreteros	NA	398 colonias urbanas (ver el apartado VII.1.3. Riesgo por procesos de remoción en masa en zona urbana (barrancas))	Muy alto	Remoción en masa	37,119 lotes	11,321,295	NA

Fuente: elaboración propia a partir de información obtenida en campo, datos calculados en SIG y cifras estimadas con el promedio de ocupantes por vivienda del INEGI (2014). Nota: SD- Sin Dato y NA- No Aplica.



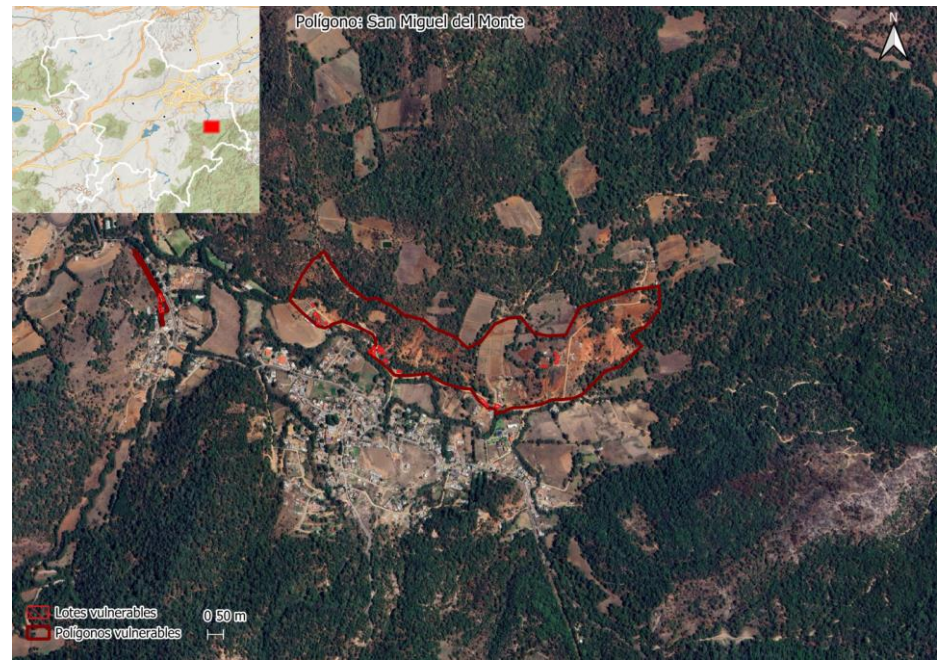


FUENTE: Elaboración propia, (IMPLAN Morelia, 2018).



FUENTE: Elaboración propia, (IMPLAN Morelia, 2018).





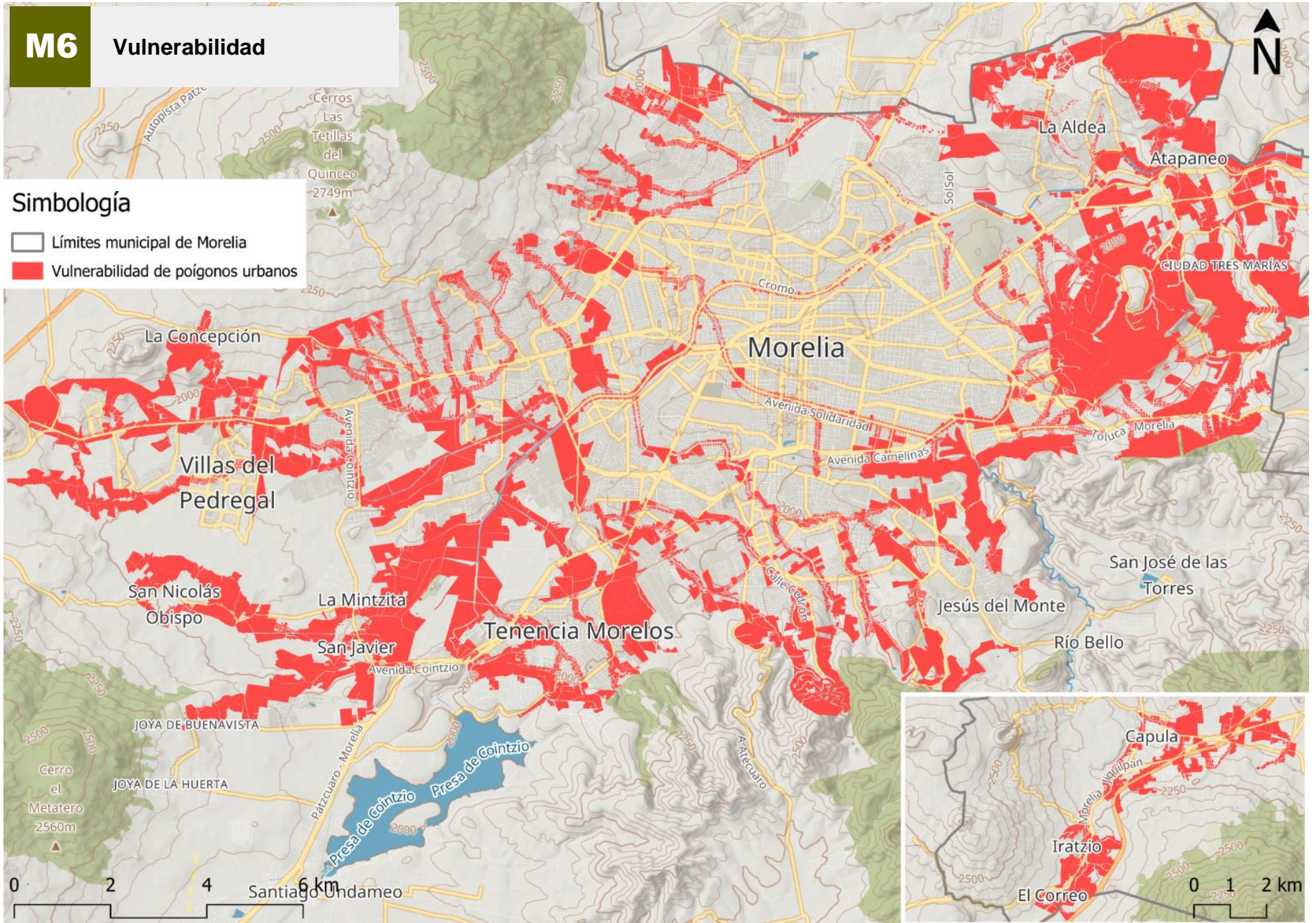




M6 Vulnerabilidad

Simbología

-  Límites municipal de Morelia
-  Vulnerabilidad de poígonos urbanos



FUENTE: Elaboración propia, (IMPLAN Morelia, 2018).

Peligro por Flujos

El fenómeno de flujos es definido por Vallejo (2002) como movimientos de masas de suelo, derrubios o bloques rocosos (coladas de fragmentos rocosos) con abundante presencia de agua, siendo el agua es el principal agente desencadenante al ocasionar la pérdida de resistencia en materiales poco consolidados. El mapa de susceptibilidad de flujos se generó con la suma ponderada de seis factores considerados condicionantes: litología, edafología, uso de suelo y vegetación, corrientes, pendientes y energía del relieve. Al final se obtiene un rango de probabilidad de incidencia de dicho fenómeno. Se asignaron valores cuantitativos y cualitativos a cada uno de los factores condicionantes en función de: su resistencia, estabilidad, área de influencia y efectos gravitacionales, y según las características de cada variable se asignó una categoría: muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo.

Tabla 8. Intervalos de pendientes y probabilidad de inestabilidad.

Pendiente (°)	Valor relativo de acuerdo con CENAPRED	Susceptibilidad relativa en %	Escala cualitativa	Escala cuantitativa
0 a 3	0.13	2	Muy Bajo	1
3 a 6	0.26	4	Muy Bajo	1
6 a 15	0.66	10	Bajo	2
15 a 30	1.33	20	Medio	3
30 a 45	1.8	27	Alto	4
Mayor a 45	2	30	Muy Alto	5

Fuente: CENAPRED, 2020.

Tabla 9a. Intervalos de pendientes y probabilidad de inestabilidad.

Descripción	Clasificación	Escala cuantitativa	Escala cualitativa
Desprovisto de vegetación	Deforestada	5	Muy alto
Asentamientos humanos	Deforestada	5	Muy alto
Bosque de oyamel	Vegetación intensa	1	Muy bajo
Bosque cultivado	Vegetación intensa	1	Muy bajo
Bosque de pino	Vegetación intensa	1	Muy bajo
Bosque de pino-encino	Vegetación intensa	1	Muy bajo
Bosque de encino	Vegetación intensa	1	Muy bajo
Bosque de encino-pino	Vegetación intensa	1	Muy bajo
Cuerpo de agua	n/a	1	Muy bajo

Tabla 9b. Intervalos de pendientes y probabilidad de inestabilidad.

Descripción	Clasificación	Escala cuantitativa	Escala cualitativa
Agricultura de humedad anual	Deforestada	4	Alto
Agricultura de humedad anual y semipermanente	Deforestada	4	Alto
Pastizal cultivado	Vegetación moderada	3	Medio
Pastizal inducido	Vegetación moderada	3	Medio
Agricultura de riego anual	Deforestada	4	Alto
Agricultura de riego anual y semipermanente	Deforestada	4	Alto
Agricultura de riego permanente	Deforestada	4	Alto
Agricultura de riego semipermanente	Deforestada	4	Alto
Selva baja caducifolia	Vegetación intensa	1	Muy bajo
Agricultura de temporal anual	Deforestada	4	Alto
Agricultura de temporal anual y permanente	Deforestada	4	Alto
Agricultura de temporal permanente	Deforestada	4	Alto
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de oyamel	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	Vegetación	2	Bajo

Fuente: CENAPRED, 2020 e INEGI, 2015.

Tabla 10. Porcentaje de resistencia a la compresión simple por tipo de roca y su correspondiente escala cualitativa.

Tipo de roca	Susceptibilidad relativa (%)	Escala cuantitativa	Escala Cualitativa
Aluvial	19.73	5	Alto
Andesita	7.5	2	Bajo
Andesita-Brecha volcánica intermedia	17.07	4	Alto
Basalto	16.53	4	Alto
Basalto-Brecha volcánica básica	17	4	Alto
Brecha volcánica básica	18.13	4	Alto
Brecha volcánica intermedia	18	4	Alto
Conglomerado	18.13	4	Alto
Dacita	16	4	Alto
Dacita-Brecha volcánica ácida	17.065	4	Alto
Dacita-Toba ácida	17.6	4	Alto
Lacustre	0	1	Muy bajo
Limolita-Arenisca	19.2	4	Alto
N/A	0	1	Muy bajo
Riolita	17.07	4	Alto
Toba ácida	19.2	4	Alto
Toba básica	19.7	5	Muy alto
Toba intermedia-Brecha volcánica intermedia	19.73	5	Muy alto
Volcanoclástico	21.3	5	Muy alto

Fuente: CENAPRED, 2020.

Tabla 11. Intervalos de pendientes y probabilidad de inestabilidad.

Dd	Escala cuantitativa	Escala cualitativa
< 2.5	1	Muy Bajo
2.5 a 7.5	2	Bajo
7.5 a 11.4	3	Media
11.4 a 15.7	4	Alto
15.7 a 35.456	5	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Tipos de suelos presente en el municipio y su clasificación según sus características.

Tipo de suelo	Características	Escala cuantitativa	Escala cualitativa
Acrisol	Predominan en topografía ondulada y son susceptibles a la erosión, se utilizan para cultivos de subsistencia.	3	Medio
Agua		0	Muy bajo
Andosol	De origen volcánico y favorables para la agricultura, suelen estar en pendientes pronunciadas.	5	Muy alto
Feozem	Favorables para la agricultura, proclives a la erosión.	5	Muy alto
Litosol	Comunes en zonas montañosas, suelos poco profundos, desarrollados y pedregosos, de alto arrastre de material.	4	Alto
Luvisol	Fértiles, predominan en zonas llanas o pendientes suaves y de alta susceptibilidad a la erosión.	2	Bajo
Planosol	Desarrollados en tierras planas estacionalmente anegadas.	1	Muy bajo
Ranker	Suelos de topografía agreste, presentes en climas templados húmedos y de vegetación típica de bosque, susceptibles a la erosión cuando hay desmonte.	4	Alto
Regosol	Se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y textura fina; comunes en zonas áridas y regiones montañosas.	4	Alto
Vertisol	Suelos fértiles y se encuentran típicamente en tierras bajas.	1	Muy bajo

Fuente: Adaptado de FAO 2008 e INEGI (2007).

Tabla 13. Clasificación de la precipitación acumulada en 24 horas

Cuantitativo	Cualitativo (SMN)	Clasificación de la precipitación
5	Lluvia extraordinaria	Mayor a 250.1 mm
4	Lluvia torrencial	150.1 a 250.0 mm
3	Lluvia intensa	75.1 a 150.0 mm
2	Lluvia muy fuerte	50.1 a 75.0 mm
1	Lluvia fuerte	25.1 a 50.0 mm
1	Lluvia	0.1 a 25.0 mm

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2016.

Tabla 14. Umbrales de lluvia para el municipio de Morelia, Mich

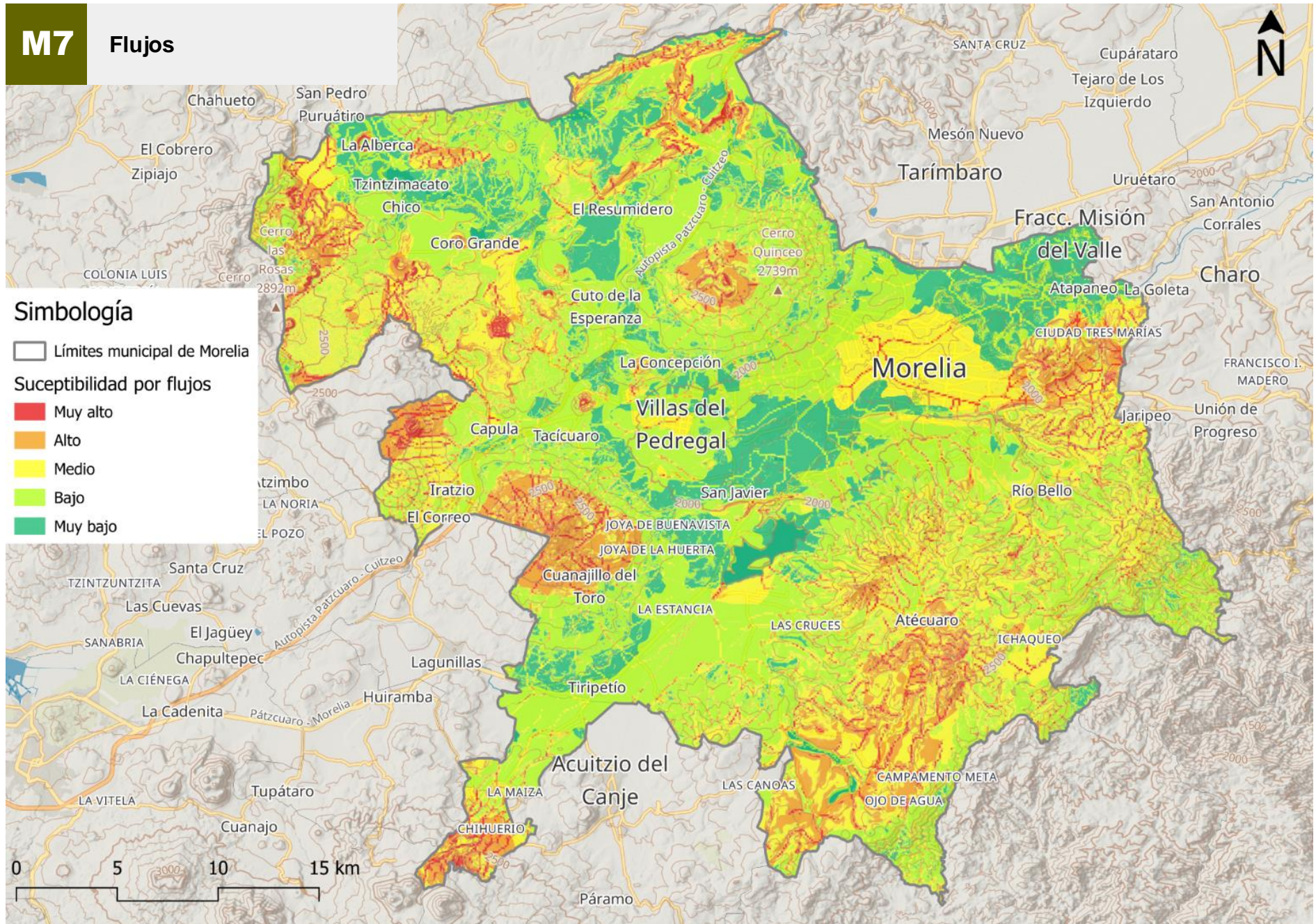
Cuantitativo	Cualitativo	Umbral de lluvia (mm)
5	Muy alto	> 199
4	Alto	149 a 199
3	Medio	75 a 149
2	Bajo	50 a 75
1	Muy bajo	0 a 50.0

Fuente: Modificado de CENAPRED, 2020 y Servicio Meteorológico Nacional, 2016.

Tabla 15. Clasificación de la energía del relieve para el polígono de estudio

Descripción (m s.n.m.)	Escala cuantitativa	Escala cualitativa
1,124.61 - 1,936.16	1	Muy Bajo
1,936.16 - 2,082.06	2	Bajo
2,082.06 - 2,191.48	3	Media
2,191.48 - 2,328.26	4	Alto
2,328.26 - 3,449.84	5	Muy Alto

Fuente: Elaboración propi

M7
Flujos


Peligro por Derrumbes

Vallejo (2002) define los caídos o derrumbes como caídas libres muy rápidas de bloques o masas rocosas independizadas por planos de discontinuidad preexistentes (tectónicos, superficies de estratificación, grietas de tracción, entre otros), los cuales son frecuentes en laderas montañosas escarpadas, acantilados y paredes.

El mapa de susceptibilidad por caídos es la suma ponderada de seis factores intrínsecos condicionantes: litología, edafología, uso de suelo y vegetación, fallas y fracturas, pendientes y erosión. El resultado corresponde a un escenario con diferentes probabilidades de ocurrencia de caídos; para llegar a éste se establecieron valores cuantitativos y cualitativos para cada uno de los factores condicionantes en función de la resistencia de los materiales, estabilidad, área de influencia y efectos gravitacionales. A las variables se les asignó un valor entre 1 y 5, donde 1 corresponde a las características menos favorables y 5 a las condiciones más propicias para desarrollar este fenómeno perturbador. El valor de cada variable pertenece a una categoría de susceptibilidad.

Tabla 16. Peso relativo de los factores condicionantes.

Variable	Peso relativo
Litología	0.18
Edafología	0.12
Pendiente	0.3
Fallas y fracturas	0.16
Erosión	0.1
Uso de suelo y vegetación	0.14

Fuente: elaboración propia.

Tabla 17. Porcentaje de resistencia y escala cualitativa para la compresión simple por tipo de roca.

Tipo de roca	Susceptibilidad relativa (%)	Escala cuantitativa	Escala cualitativa
Aluvial	19.73	5	Alto
Andesita	7.5	2	Bajo
Andesita-Brecha volcánica intermedia	17.07	4	Alto
Basalto	16.53	4	Alto
Basalto-Brecha volcánica básica	17	4	Alto
Brecha volcánica básica	18.13	4	Alto
Brecha volcánica intermedia	18	4	Alto
Conglomerado	18.13	4	Alto
Dacita	16	4	Alto
Dacita-Brecha volcánica ácida	17.065	4	Alto
Dacita-Toba ácida	17.6	4	Alto
Lacustre	0	1	Muy bajo
Limolita-Arenisca	19.2	4	Alto
N/A	0	1	Muy bajo
Riolita	17.07	4	Alto
Toba ácida	19.2	4	Alto
Toba básica	19.7	5	Muy alto
Toba intermedia-Brecha volcánica intermedia	19.73	5	Muy alto
Volcanoclástico	21.3	5	Muy alto

Fuente: SGM (s.f.) y CENAPRED, 2020.

Tabla 18. Intervalos de pendientes y probabilidad de inestabilidad

Pendiente (°)	Valor relativo según CENAPRED	Susceptibilidad relativa (%)	Escala cualitativa	Escala cuantitativa
0 a 3	0.13	2	Muy Bajo	1
3 a 6	0.26	4	Muy Bajo	1
6 a 15	0.66	10	Bajo	2
15 a 30	1.33	20	Medio	3
30 a 45	1.8	27	Alto	4
Mayor a 45	2	30	Muy Alto	5

Tabla 19. Tipos de suelos presente en el municipio y su clasificación según sus características.

Tipo de suelo	Características	Escala cuantitativa	Escala cualitativa
Acrisol	Predominan en topografía ondulada y son susceptibles a la erosión, se utilizan para cultivos de subsistencia.	3	Medio
Andosol	De origen volcánico y favorables para la agricultura, suelen estar en pendientes pronunciadas.	5	Muy alto
Feozem	Favorables para la agricultura, proclives a la erosión.	5	Muy alto
Litosol	Comunes en zonas montañosas, suelos poco profundos, desarrollados y pedregosos, de alto arrastre de material.	4	Alto
Luvisol	Fértiles, predominan en zonas llanas o pendientes suaves y de alta susceptibilidad a la erosión.	2	Bajo
Planosol	Desarrollados en tierras planas estacionalmente anegadas.	1	Muy bajo
Ranker	Suelos de topografía agreste, presentes en climas templados húmedos y de vegetación típica de bosque, susceptibles a la erosión cuando hay desmonte.	4	Alto
Regosol	Se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y textura fina; comunes en zonas áridas y regiones montañosas.	4	Alto
Vertisol	Suelos fértiles y se encuentran típicamente en tierras bajas.	1	Muy bajo

Fuente: Adaptado de FAO 2008 e INEGI (2007).

Tabla 20a. Intervalos de pendientes y probabilidad de inestabilidad.

Descripción	Clasificación	Escala cuantitativa	Escala cualitativa
Desprovisto de vegetación	Deforestada	5	Muy alto
Asentamientos humanos	Deforestada	5	Muy alto
Bosque de oyamel	Vegetación intensa	1	Muy bajo
Bosque cultivado	Vegetación intensa	1	Muy bajo
Bosque de pino	Vegetación intensa	1	Muy bajo
Bosque de pino-encino	Vegetación intensa	1	Muy bajo
Bosque de encino	Vegetación intensa	1	Muy bajo
Bosque de encino-pino	Vegetación intensa	1	Muy bajo
Cuerpo de agua	n/a	1	Muy bajo

Tabla 20b. Intervalos de pendientes y probabilidad de inestabilidad.

Descripción	Clasificación	Escala cuantitativa	Escala cualitativa
Agricultura de humedad anual	Deforestada	4	Alto
Agricultura de humedad anual y semipermanente	Deforestada	4	Alto
Pastizal cultivado	Vegetación moderada	3	Medio
Pastizal inducido	Vegetación moderada	3	Medio
Agricultura de riego anual	Deforestada	4	Alto
Agricultura de riego anual y semipermanente	Deforestada	4	Alto
Agricultura de riego permanente	Deforestada	4	Alto
Agricultura de riego semipermanente	Deforestada	4	Alto
Selva baja caducifolia	Vegetación intensa	1	Muy bajo
Agricultura de temporal anual	Deforestada	4	Alto
Agricultura de temporal anual y permanente	Deforestada	4	Alto
Agricultura de temporal permanente	Deforestada	4	Alto
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de oyamel	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	Vegetación	2	Bajo
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	Vegetación	2	Bajo

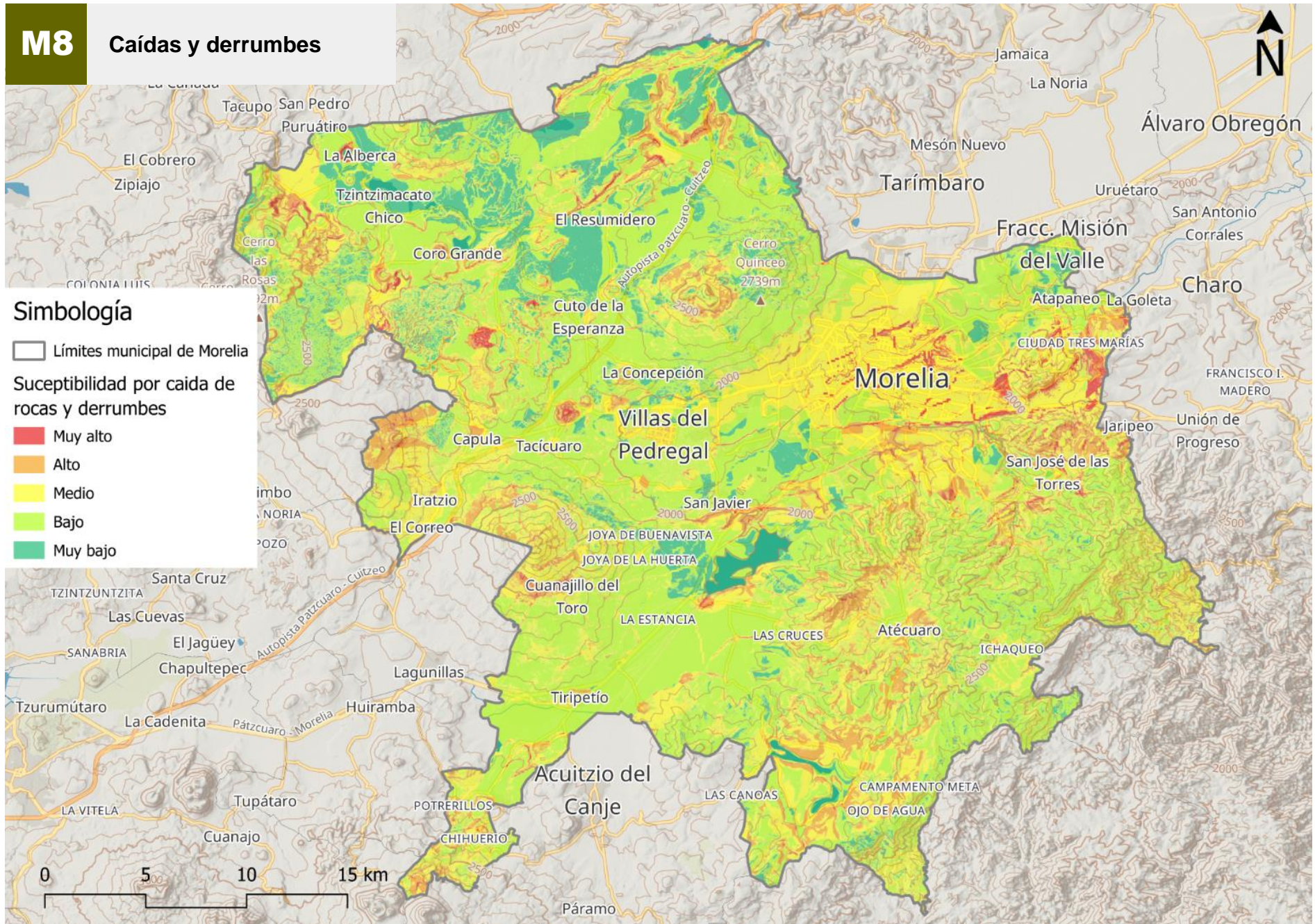
Fuente: CENAPRED, 2020 e INEGI, 2015.

Tabla 21. Tipos de erosión y su clasificación para el proceso de análisis multivariable.

Clave	Escala cuantitativa	Escala cualitativa	Descripción
A	5	Muy Alto	Antrópica
AH	4	Alto	El agente causal directo es el hombre, se modifica el paisaje natural de manera abrupta e irreversible
H2O	1	Muy bajo	Cuerpo de agua
HC1	2	Baja	El promedio de profundidad o ancho de las cárcavas está entre 50 y 100 cm
HC2	3	Moderado	El promedio de profundidad o ancho de las cárcavas está entre 100 y 200 cm
HC2+HL1	3	Moderado	Formación de cárcavas entre 100 y 200 cm y poca pérdida de suelo
HC2+HL2	4	Alto	Formación de cárcavas entre 100 y 200 cm y pérdida parcial de suelo con afloramiento de rocas
HC3	4	Alto	La profundidad y el ancho de las cárcavas son mayores a 200 cm y la erosión se aprecia a menudo en forma ramificada
HC3+HL2	5	Muy Alto	Formación de cárcavas mayores a 200 cm y pérdida parcial de suelo con afloramiento de rocas
HC4	4	Alto	La profundidad y el ancho de las cárcavas son mayores a 200 cm y la erosión se aprecia a menudo en forma ramificada
HL1	2	Baja	La pérdida de suelo es poco apreciable
HL1+HC1	2	Baja	Poca pérdida de suelo con presencia de cárcavas de poca profundidad
HL1+HS1	2	Baja	Pérdida de suelo es poco apreciable, no existen remontantes o su formación es muy incipientemanchones sobresalientes de vegetaciónprofundidad y ancho de los surcos es en promedio menor a 15 cm
HL2	3	Moderado	Pérdida parcial del suelo, evidencias: remontantes discontinuos con altura promedio menor a 10 cmsurcos aisladosy escasos afloramientos de roca
HL2+HC1	3	Moderado	Pérdida parcial del suelo con presencia de cárcavas de poca profundidad
HL2+HC2	4	Alto	Pérdida parcial del suelo, algunos surcos aislados incluso con cárcavas entre 100 y 200 cmpueden presentarse pedestales con separación aproximada de 30 a 50 m
HL2+HS1	3	Moderado	Pérdida parcial del suelo con presencia de surcos menores a 15 cm
HL2+HS2	4	Alto	Pérdida parcial del suelo, algunos surcos aislados incluso con cárcavas dispersasprofundidad y ancho de los surcos es entre 15 y 30 cm
HL3	4	Alto	Pérdida del suelo en la mayor parte de la superficie, puede presentar evidencias como presencia de remontantesmontículos y afloramiento de roca
HL3+HC2	5	Muy Alto	Pérdida del suelo en la mayor parte de la superficie con cárcavas moderadas de 100 a 200 cm de ancho
HL4	5	Muy Alto	Pérdida total o casi total del suelo, con afloramientos rocosos y fuerte perturbación antropogénica
HS1	1	Muy bajo	Formación de canales de profundidad menores a 15 cm
HS2	2	Baja	Surcos de profundidad y ancho de entre 15 a 30 cm
HS2+HL2	2	Baja	Formación de surcos y pérdida parcial del suelo con escasos afloramientos de roca
SE	1	Muy bajo	Sin erosión aparente
ZU	5	Muy Alto	El agente causal directo es el hombre. Se modifica el paisaje natural de manera abrupta e irreversible

Fuente: Elaborado a partir de INEGI, 2014.

M8 Caídas y derrumbes



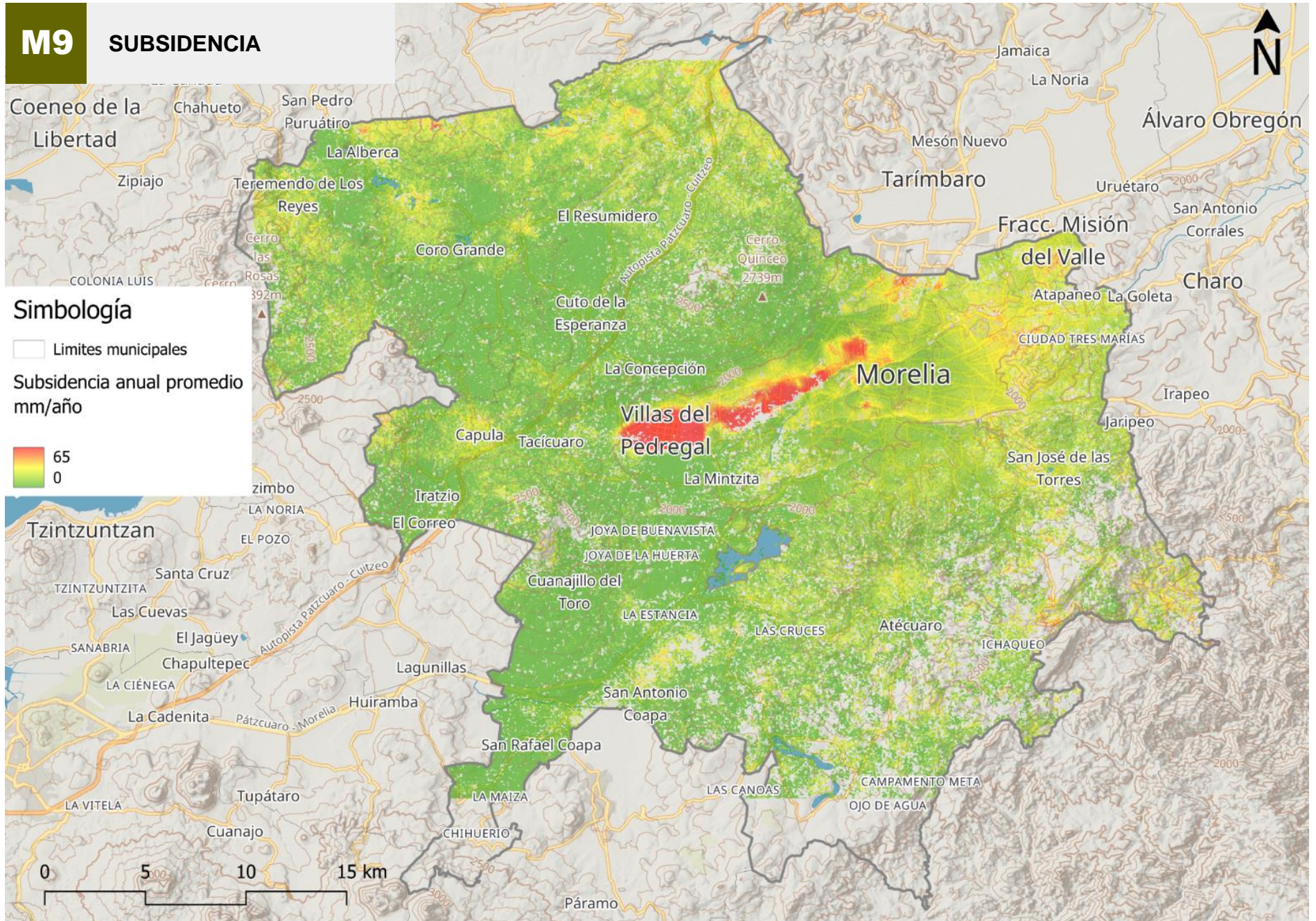
Peligro por Subsistencia

La subsidencia del terreno es la manifestación en superficie, de una serie de mecanismos subsuperficiales de deformación (Prokopovich, 1979) que se manifiesta en la superficie del terreno mediante deformaciones verticales que pueden variar desde pocos milímetros hasta algunos metros durante periodos que van desde minutos hasta años.

De acuerdo con su génesis la subsidencia se divide en dos tipos: endógena, que hace referencia a aquellos movimientos de la superficie terrestre asociados a procesos geológicos internos, tales como pliegues, fallas y vulcanismo, y la exógena que es deformación superficial relacionada con la compactación natural o antrópica de los suelos. La subsidencia también puede clasificarse en función de los mecanismos que la desencadenan (Scott, 1979), como las actividades extractivas de mineral en galerías subterráneas, la construcción de túneles, la extracción de fluidos (agua, petróleo o gas) acumulados en reservorios subterráneos, el descenso de nivel freático por estiajes prolongados, la disolución natural del terreno y lavado de materiales por efecto del agua, los procesos morfotectónicos y de sedimentación o los procesos de consolidación de suelos blandos u orgánicos (González Vallejo et al., 2002).

El mapa de peligro por subsidencia representa el promedio anual de ésta en milímetros por año para el periodo de 2019- 2020 en el municipio de Morelia. La subsidencia en dicho periodo va de los 0 hasta los 65 mm/año. Los valores promedio más altos para éste fenómeno se registran en la zona centro del municipio, la cual corresponde a la zona urbana en donde se alcanzan los 65 mm/año; en contraste, los valores más bajos se sitúan principalmente al oeste, desde la localidad Las Trojes hasta Potrerillos. En el caso de algunas localidades al sur, en el límite con los municipios de Huiramba, Pátzcuaro, Acuitzio, Madero y Tzitzio, no se tienen datos de subsidencia y en consecuencia el hundimiento promedio calculado con imágenes SAR son cifras cercanas a valores nulos.

M9 SUBSIDENCIA



Simbología

□ Límites municipales

Subsidencia anual promedio
mm/año



Peligro por Agrietamientos

El CENAPRED (2022) define como agrietamiento del terreno al desequilibrio mecánico producido por sobrecarga estática, tensión y dinámica de presiones en el medio geológico mientras que define a una falla como zonas o planos de ruptura del sustrato a lo largo de la cual se produce un desplazamiento.

Morelia, para ello se consultó la cartografía de fallas publicada por Hernández Madrigal y colaboradores en 2011, quienes emplean una escala a nivel municipal y la de Gómez-Vasconcelos y colaboradores en 2021, quienes usan una escala para cartografía de fallas a nivel regional.

El análisis de peligro por agrietamiento se centra en sitios con fallas en la zona urbana de Morelia, para ello se consultó la cartografía de fallas publicada por Hernández Madrigal y colaboradores en 2011, quienes emplean una escala a nivel municipal y la de Gómez-Vasconcelos y colaboradores en 2021, quienes usan una escala para cartografía de fallas a nivel regional. A partir de la cartografía de ambas fuentes se obtuvo un mapa preliminar de todas las fallas en la zona urbana de Morelia, para ello se realizó un recorte de la cartografía de ambas fuentes y se excluyeron los trazos de fallas ubicadas fuera de la zona urbana, ya que este análisis se centra exclusivamente en la zona conurbada del municipio de Morelia. El mapa preliminar de fallas se empleó como referencia para la identificación de dichas estructuras en campo. Durante el levantamiento se recorrieron en su totalidad las fallas y sus respectivos planos en busca de evidencia de su existencia como: desniveles en las guarniciones y/o vías de comunicación, también se determinó el número de planos de cada falla y su dirección, además se consultó la geología y edafología. Los datos obtenidos durante la fase de trabajo de campo se emplearon para elaborar el mapa de peligro por agrietamiento en la zona urbana

Tabla 22. Características de las fallas identificadas con peligro de agrietamiento en la zona urbana de Morelia.

Falla	Número de planos	Longitud (km)	Dirección	Geología	Edafología	Nivel de peligro
El Realito	1	5.85	NE-SO	Ígnea extrusiva, Toba ácida y Basaltos	Luvisol, crómico	Muy alto
Central Morelia	28	24.36	NE-SO	Ígnea extrusiva, Toba ácida y Basaltos	Luvisol, crómico, Luvisol, vértico, Feozem, háplico, Vertisol, pélico	Muy alto
La Soledad	1	2.78	NE-SO	Ígnea extrusiva, Toba ácida y Basaltos	Vertisol, pélico, Luvisol, crómico, Feozem, háplico	Muy alto
La Colina	1	2.49	NE-SO	Ígnea extrusiva, Basaltos	Feozem, háplico	Muy alto
Obrera	2	0.53	NE-SO	Ígnea extrusiva, Toba ácida	Feozem, háplico	Muy alto
Nocupétaro	1	3.19	NE-SO	Ígnea extrusiva, Toba ácida	Feozem, háplico	Muy alto
Cuautla	1	0.83	O-E	Ígnea extrusiva, Toba ácida	Luvisol, crómico, Vertisol, pélico	Muy alto
Manantiales	1	5.209	NE-SO	Ígnea extrusiva, Toba ácida	Luvisol, crómico, Vertisol, Pélico	Muy alto
Torremolinos	1	1.98	ENE-OSO	Ígnea extrusiva, Toba ácida	Vertisol, pélico	Muy alto
La Paloma	6	11.05	E-O	Ígnea extrusiva, Toba ácida	Feozem, háplico, Vertisol, pélico	Muy alto
Cuitzeo Oeste	18	15.6	NO-SE	Ígnea extrusiva, Toba ácida	Vertisol, pélico, Luvisol, órtico, Luvisol, crómico	Muy alto
Morelos	11	22.17	NE-SO	Ígnea extrusiva, Toba ácida	Luvisol, órtico, Luvisol, crómico	Muy alto
Cerritos	1	5.5	ONO-ENE	Ígnea extrusiva, Basaltos y Toba ácida	Vertisol, pélico, Luvisol, órtico, Luvisol, crómico	Muy alto
Cointzio	1	3.18	N-O	Ígnea extrusiva, Toba ácida y Basaltos	Vertisol, pélico, Luvisol, crómico, Acrisol, órtico, Litosol	Muy alto

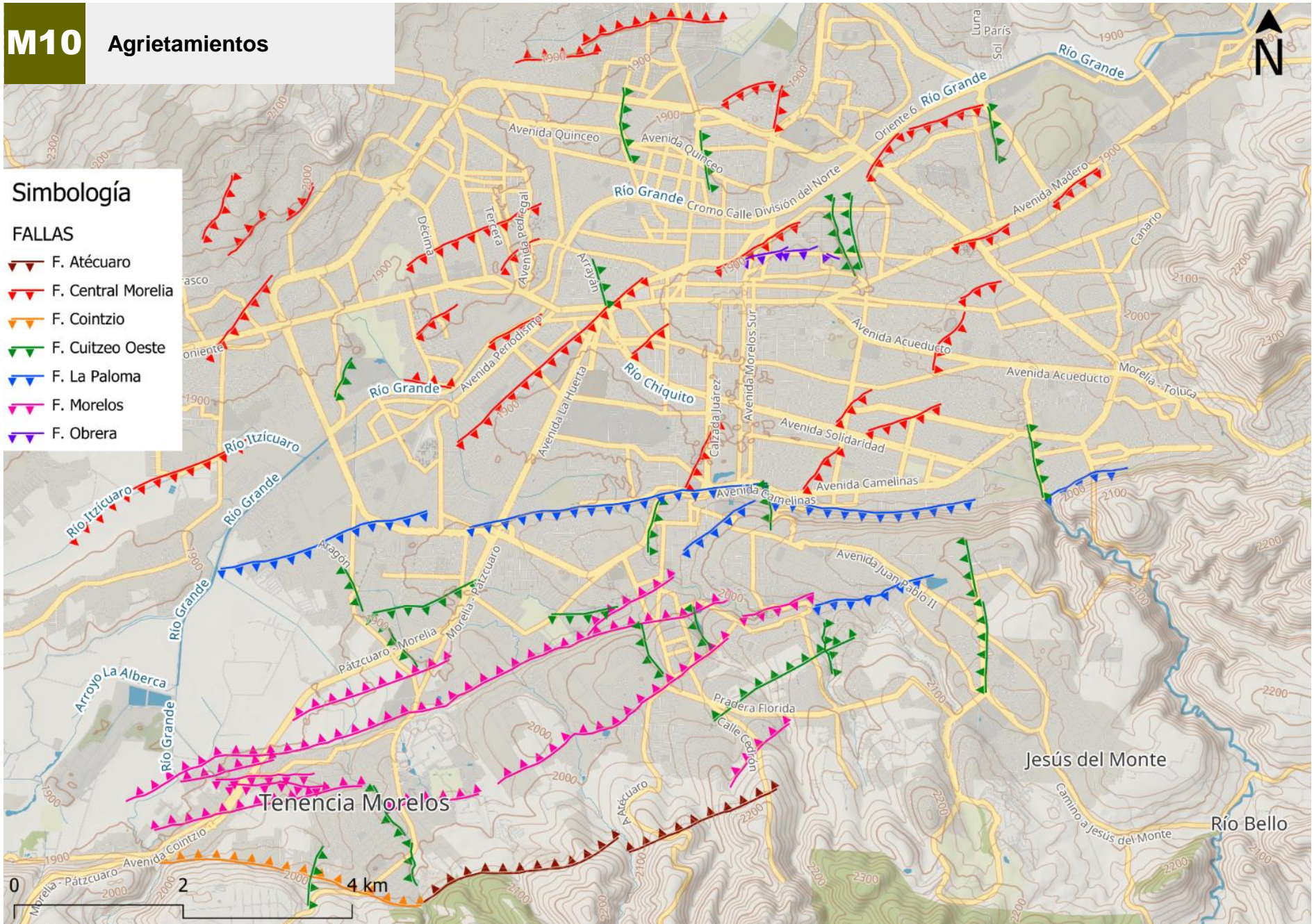
Fuente: Elaborado a partir del cálculo y determinación en SIG del número de planos, longitud y dirección a partir de los trabajos de Hernández Madrigal et.al. 2011 y Gómez-Vasconcelos et.al.; edafología y geología según INEGI (2021).

M10 Agrietamientos

Simbología

FALLAS

-  F. Atécuaro
-  F. Central Morelia
-  F. Cointzio
-  F. Cuitzeo Oeste
-  F. La Paloma
-  F. Morelos
-  F. Obrera



Peligro por Hundimientos

Acorde a lo expuesto por CENAPRED (2022), se considera que una subsidencia o hundimiento es de carácter local cuando sus dimensiones son relativamente pequeñas y casi siempre ocurre de manera rápida o repentina, logrando alcanzar algunos centímetros, metros o hasta centenas de metros de diámetro, pero generalmente menores a 500 m. Los colapsos, hundimientos o subsidencia en las manchas urbanas causan grandes daños en las obras civiles. Este fenómeno se genera no solo debido a la explotación excesiva de un acuífero, también puede estar en función del clima, de las técnicas de explotación y del fenómeno de compactación y deformación por movimientos gravitacionales que se generan en el subsuelo de terrenos normalmente constituidos por sedimentos fluvio-lacustres pobremente compactados (Garduño Monroy, 1999).

Tabla 23. Antecedentes de hundimiento en el municipio de Morelia entre el año 2017 y 2023.

Fecha	Calle	Fuente
25/8/2023	Vicente Santa María	Gobierno de Morelia
4/4/2023	Avenida Río Grande	Gobierno de Morelia
4/7/2023	Corregidora	El Sol de Morelia
15/6/2022	Justicia	Mi Morelia
13/6/2022	Siervo de La Nación	Noventa grados
2/9/2020	Grito de Dolores	Morelia OOAPAS
2/9/2020	Antonio del Moral	Morelia OOAPAS
13/2/2020	Libramiento Norte	Alternauta
27/6/2022	Rayón	El Sol de Morelia
27/7/2017	Av. Solidaridad	La Voz de Michoacán

Fuente: H. Ayuntamiento (2020 y 2023), Mi Morelia (15 de junio de 2022), Velázquez, J. (7 de julio de 2020), Noventa grados (13 de junio de 2022), El Diario Visión (02 de septiembre 2020), Alternautra (13 de febrero de 2020), Gutiérrez, A. (27 de Junio de 2022) y Molina, A. (27 de julio de 2017).






Tabla 24. Tabla general de líneas de peligro por hundimiento local.

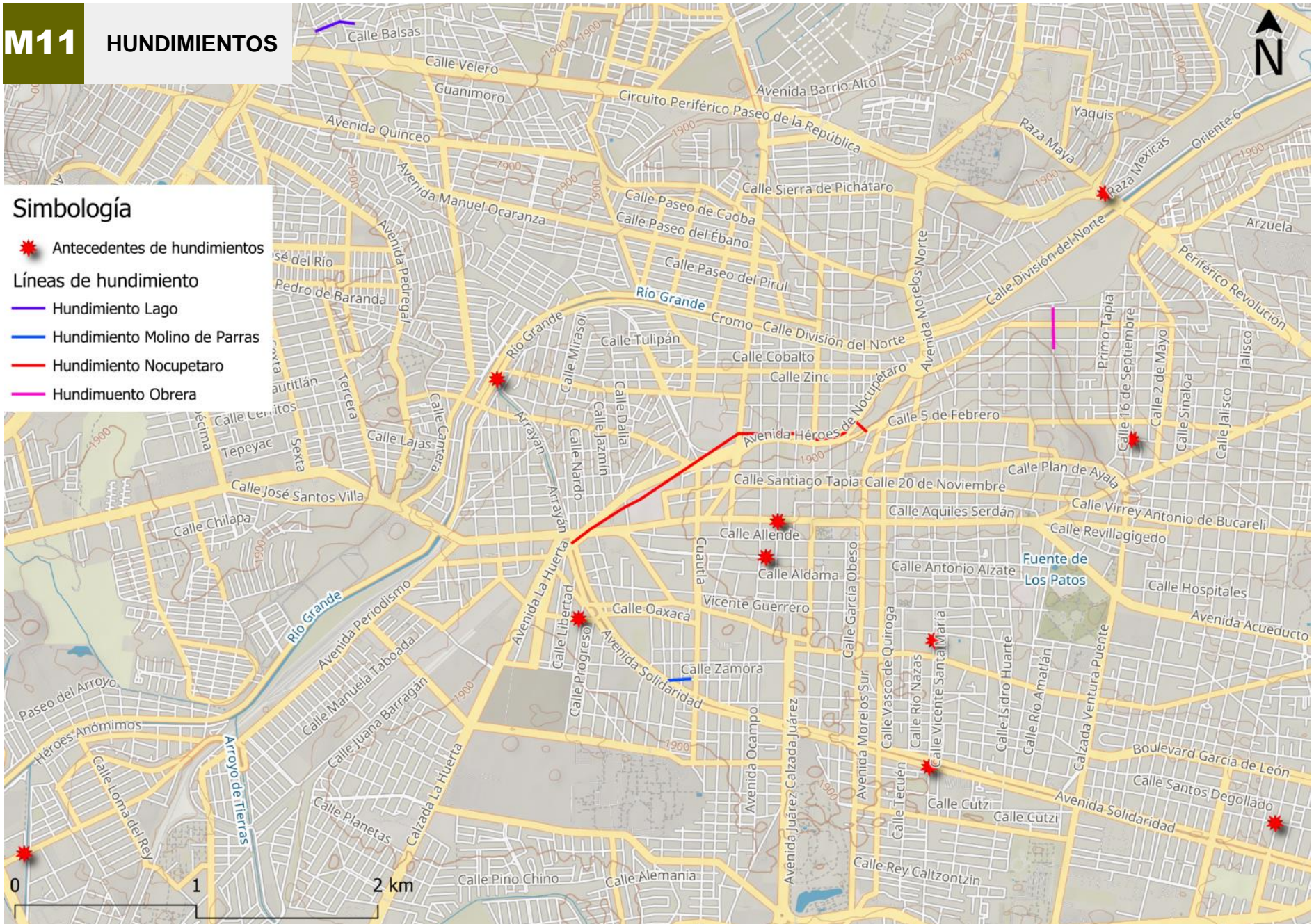
Nombre del hundimiento local	Ubicación	Longitud (m)	Litología	Edafología	Nivel de peligro
Hundimiento Molino de Parras	Col. Molino de Parras	100.651	Andesita-Toba ácida	Feozem háplico	Muy alto
Hundimiento Lago	Col. Lago 1	565.654	Sedimentos fluvio-lacustres	Luvisol crómico	Muy alto
Hundimiento Nocupetaró	Col. Centro Histórico sobre Av. Héroes de Nocupétaro	1831.057	Sedimentos fluvio-lacustres	Feozem háplico	Muy alto
Hundimiento Obrera	Col. Obrera	23.118	Sedimentos fluvio-lacustres	Feozem háplico	Muy alto

Fuente: Elaborado a partir de INEGI (2005 y 2021) y datos obtenidos en campo.

M11 HUNDIMIENTOS

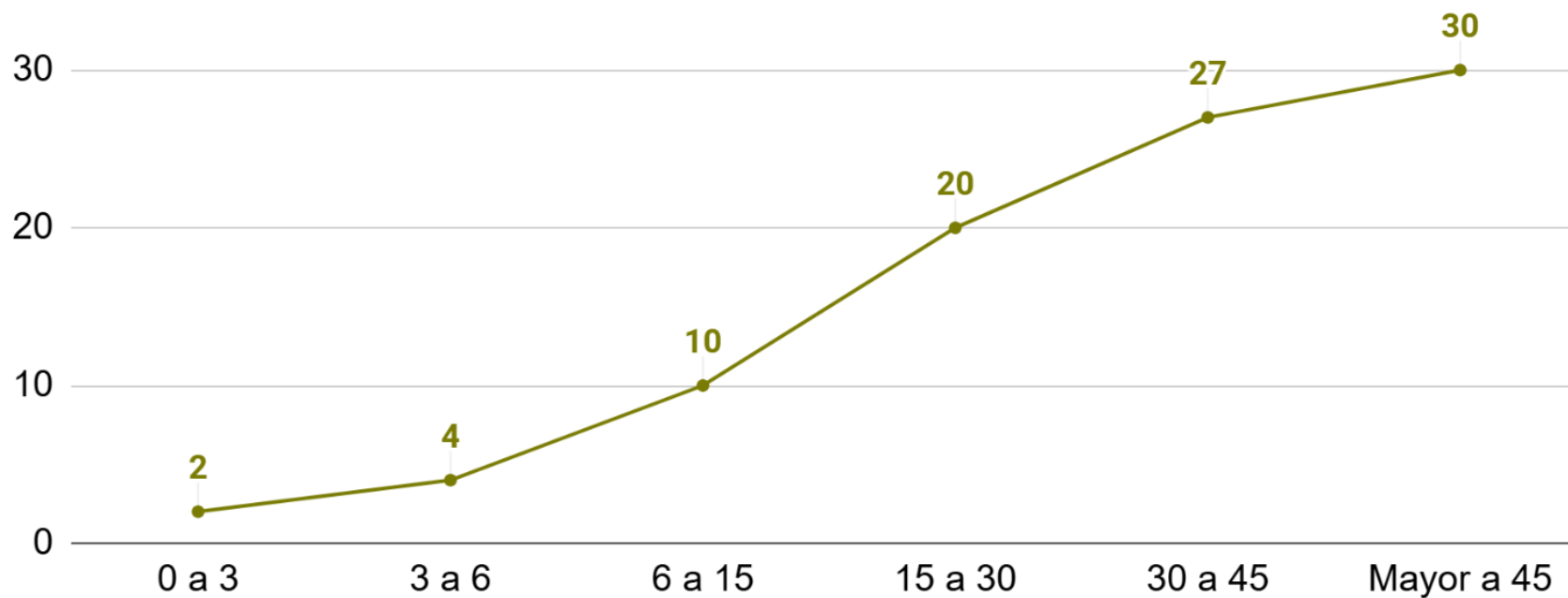
Simbología

-  Antecedentes de hundimientos
- Líneas de hundimiento**
-  Hundimiento Lago
-  Hundimiento Molino de Parras
-  Hundimiento Nocupetaro
-  Hundimiento Obrera

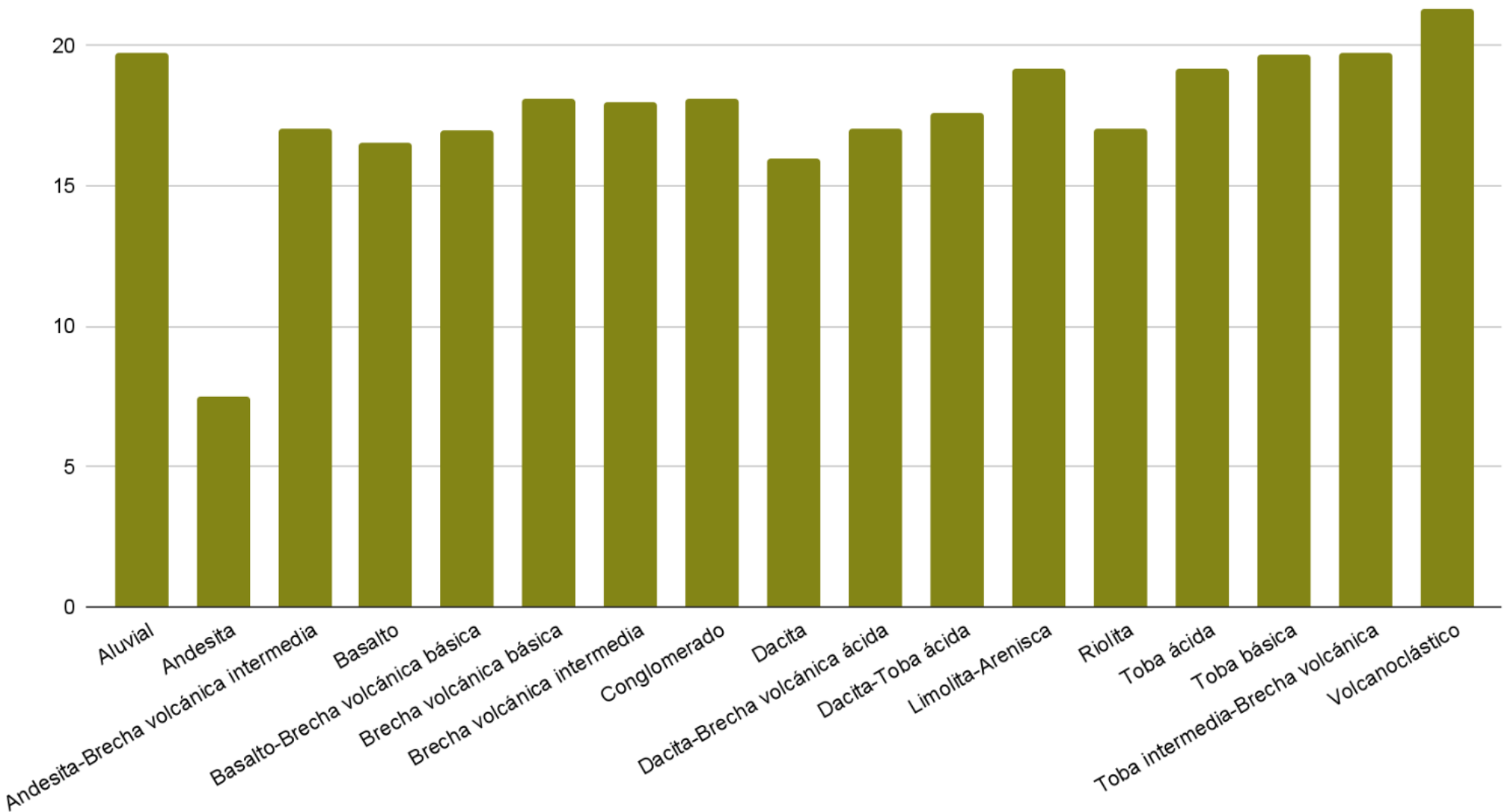


GRÁFICOS

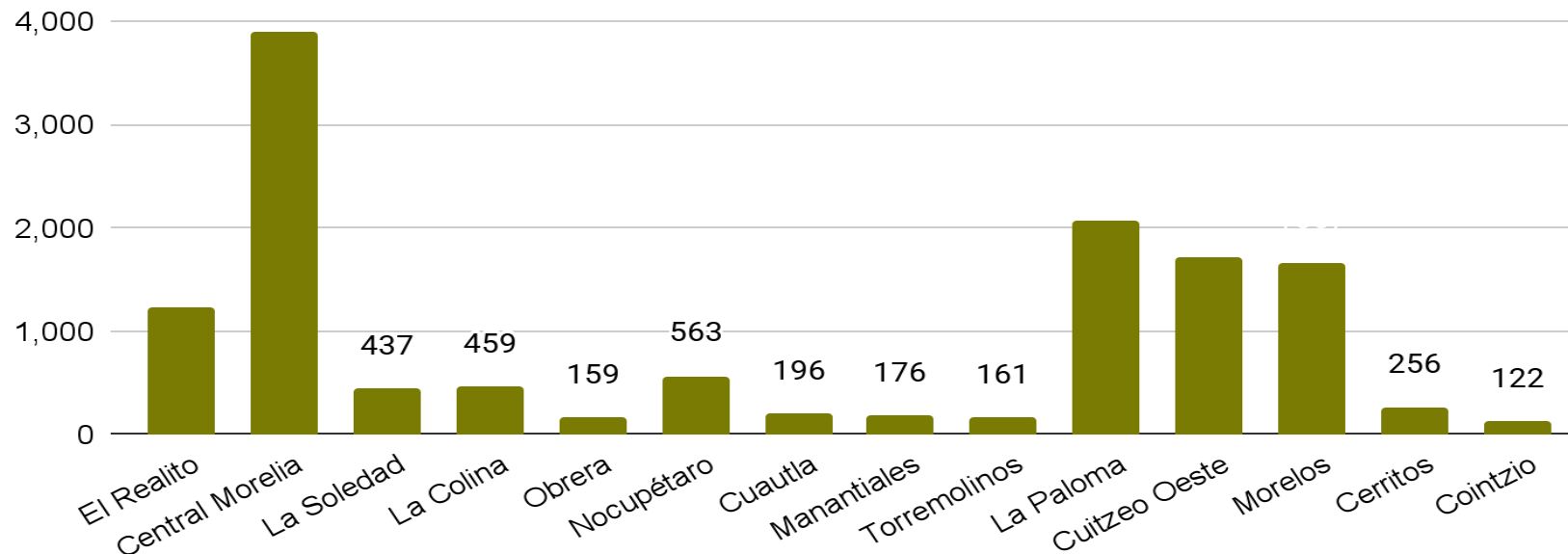
G1. Porcentaje de susceptibilidad relativa de las pendientes (°) del municipio de Morelia



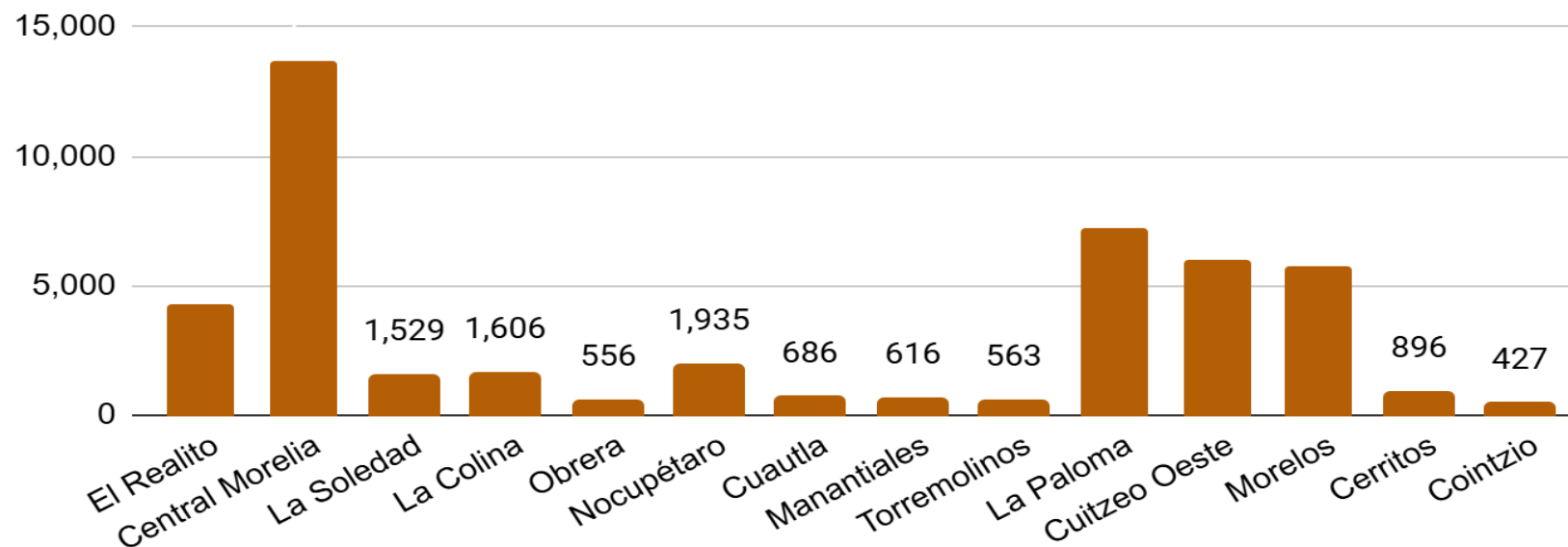
G2. Porcentajes de susceptibilidad relativa por tipo de roca presente en el municipio de Morelia



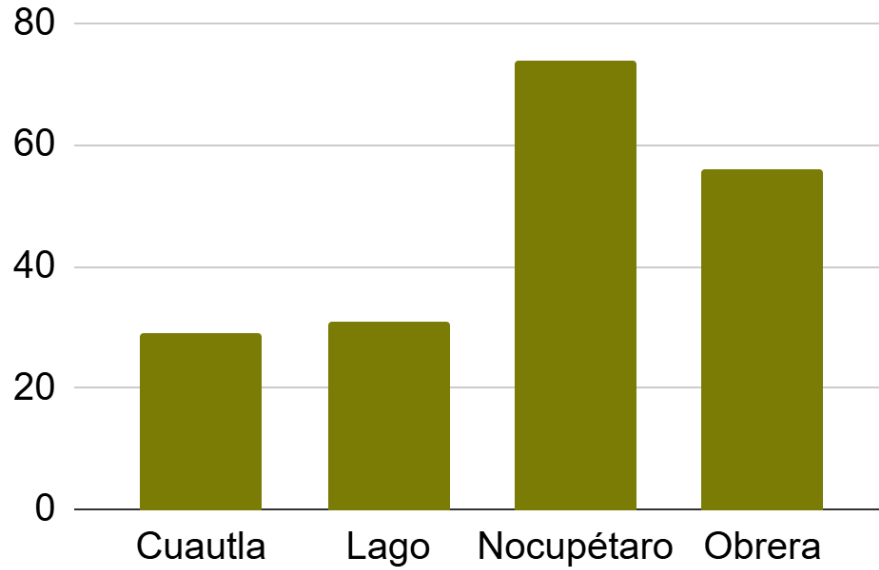
G3. Vulnerabilidad física ante el peligro por agrietamiento en la zona urbana de Morelia



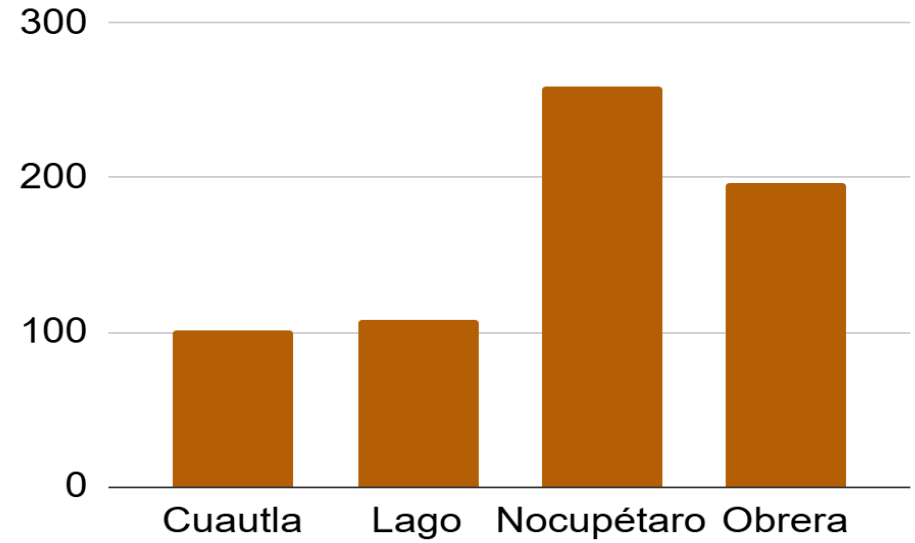
G4. Vulnerabilidad social ante el peligro por agrietamiento en la zona urbana de Morelia



G5. Vulnerabilidad física expuesta ante el peligro por hundimiento en la zona urbana de Morelia



G6. Vulnerabilidad social expuesta ante el peligro por hundimiento en la zona urbana de Morelia



FUENTES DE INFORMACIÓN

Almaguer, Y., (2005). “Evaluación de la susceptibilidad del terreno a la rotura por desarrollo de deslizamientos en el yacimiento Punta Gorda”, Tesis doctoral, Editorial Digital Universitaria Moa, 108 p.

CENAPRED. (2006). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y municipales de peligros y riesgos.

CENAPRED. (2012). Mapas de índice de riesgo a escala municipal por fenómenos hidrometeorológicos. <http://atlasnacionalderiesgos.gob.mx>

CENAPRED. (2020). Actualización del Mapa Nacional de Peligro por Inestabilidad de Laderas, Asociado a Umbrales de Lluvia: Región Golfo Norte (Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas).

https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_INVESTIGACION/2020/1er_Trimestre/FRACCION_XLI/DSyPG/2019_Actualizacion_del_Mapa_Nacional_de_Peligro_por_Inestabilidad.pdf

CFE. (2017). Manual de Obras Civiles, M. D. D.. *Serie Hidrotecnia. A, 1.*

CONAFOR. (2023). Ráster de distribución de la densidad del arbolado por formación forestal (número de árboles por hectárea), escala1: 250,000.

El Diario Visión. (02 de septiembre 2020). OOAPAS, atiende reportes de fugas y hundimientos en varios puntos de la ciudad. *El Diario Visión Las Noticias de Michoacán.* <https://www.eldiariovision.com>.

FAO. (2008). *Base referencial mundial del recurso suelo.* (1.ª ed.). Roma. Roma.

Garduño Monroy, V. H. (1999). Efecto del clima (El Niño) en los fenómenos de fluencia de las fallas geológicas de la ciudad de Morelia. *GEOS*, 84- 93. Recuperado el Diciembre de 2023, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/
<https://www.ugm.org.mx/publicaciones/geos/pdf/geos99-2/efecto-19-2.pdf>

Gómez-Vasconcelos, M. G. (2018). El volcán Parícutín en el campo volcánico Michoacán-Guanajuato: una revisión. *Ciencia Nicolaita.*

González de Vallejo, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2022). Ingeniería Geológica (p. 622, 623, 660, 661). Madrid: Isabel Capella. Madrid: Isabel Capella.

Gutiérrez, A..(27 de junio de 2022). Cerrarán este martes la calle Rayón para reparar hundimiento. El sol de Morelia. <https://www.elsoldemorelia.com.mx/local/cerraran-estos-te-martes-la-calle-rayon-para-reparar-hundimiento-8513663.html>

H. Ayuntamiento de Morelia. (2020). Portal ciudadano. <https://www.morelia.gob.mx/>

H. Ayuntamiento de Morelia. (2023). Implementa Policía operativo vial por socavón en Vicente

Santa María. <https://www.morelia.gob.mx/implementa-policia-morelia-operativo-vial-por-socavon-en-vicente-santa-maria/>



FUENTES DE INFORMACIÓN

Hasenaka, T., & Carmichael, I. S. E. (1985). A compilation of location, size, and geomorphological parameters of volcanoes of the Michoacan-Guanajuato volcanic field, central Mexico. *Geofísica Internacional*, 24(4), 577-607.

INEGI. (2007). Capa vectorial Edafología serie II escala 1 a 250,000.

INEGI. (2014). Anuario Estadístico y Geográfico de Michoacán de Ocampo 2013. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 588 pp.

INEGI. (2014). Capa de erosión del suelo, escala 1 a 250,000, serie I.

INEGI. (2014). Capa vectorial uso de suelo y vegetación serie V escala 1 a 250,000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2015). Capa vectorial uso de suelo y vegetación serie V escala 1 a 250,000.

INEGI. (2020). Principales resultados por localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda. <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9>

INEGI. (2020). Principales resultados por AGE y manzana urbana. Censo de Población y Vivienda. <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=10>

IUGS Working Group on Landslides, Committee on Risk Assessment (1997) "Cuantitativa risk assessment for slopes and landslides – The state of the art". Proceedings of the International Workshop on landslide risk assessment, Honolulu, Hawaii, USA, pp. 3-12.

Leroi, E., (1997), "Landslide risk mapping: problems, limitations and developments". En: Cruden & Fell (ed.), Landslide risk assessment, Proceedings of the International Workshop on Landslide Risk Assessment. A.A. Balkema. 239-250 p.

Mi Morelia. (15 de junio de 2022). Alertan por otro hundimiento en Morelia; temen que se convierta en socavón. Mi Morelia.

<https://mimorelia.com/noticias/morelia/alertan-por-otro-hundimiento-en-morelia-temen-que-se-convierta-en-socav%C3%B3n>

Molina, A. (27 de julio de 2017). Cierran puente vehicular en Morelia por hundimiento. La voz de Michoacán

<https://www.lavozdemichoacan.com.mx/morelia/cierran-puente-vehicular-morelia-hundimiento/>

Noventa Grados. (13 de junio de 2022). Gran Socavón se abre en la avenida Siervo de la Nación en Morelia; un auto cayó. *90° Agencia de noticias*. <https://www.noventagrad.com.mx/nacional/gran-socavon-se-abre-en-la-avenida-siervo-de-la-nacion-un-auto-cayo.amp>

Pasquarè, G., Ferrari, L., Covelli, P., & De Agostini, G. (1991). *Geologic map of the central sector of the Mexican Volcanic Belt, states of Guanajuato and Michoacan, Mexico* (p. 21). Geological Society of America.

SGM. (s.f.). GeoInfoMex. Carta Geológica-Minera Morelia E14-1, Mich., Edo. de México y Gto.

SSN. (s.f.). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Servicio Sismológico Nacional, México. Recurso digital: <http://www.ssn.unam.mx/jsp/reportesEspeciales/Magnitud-de-un-sismo.pdf>

Suárez, J., (1998), "Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales", Instituto de Investigaciones sobre erosión y deslizamientos, Ingeniería de Suelos Ltda., Bucaramanga Colombia, 548 p.

Velasco, J. A. H. (1955). Las diatomitas mexicanas y su empleo industrial. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 34-53.